

Aus der Klinik für Kieferorthopädie
Klinische Medizin der Medizinischen Fakultät
der Universität des Saarlandes, Homburg/Saar
Direktor: Professor Dr. Jörg Lisson

**Zur Änderung der Schneidezahnstellung
und des Gesichtsprofils in Abhängigkeit von
therapeutischen Prämolarenextraktionen
bei Patienten mit Angle-Klasse II,1**

Dissertation zur Erlangung des

Grades eines Doktors der Zahnheilkunde

der Medizinischen Fakultät

der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2008

vorgelegt von Catharina Berg
geboren am 02.11.1981 in St. Wendel

Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG	1
1.1	Summary	3
2	EINLEITUNG	5
2.1	Historischer Rückblick	6
2.2	Indikationen zur Extraktion von Prämolaren	8
2.3	Fernröntgenseitenanalyse	13
3	MATERIAL UND METHODE	15
3.1	Untersuchungsgut	15
3.2	Methode	17
3.2.1	Kephalometrische Methodik	17
3.2.2	Kephalometrische Analyse	23
3.2.2.1	Basal sagittal	23
3.2.2.2	Dental	24
3.2.2.3	Weichgewebe	26
3.3	Statistische Analyse	28
3.4	Methodischer Fehler	29
4	ERGEBNISSE	30
4.1	Kephalometrische Analyse	31
4.1.1	Basal sagittal	31
4.1.2	Dental	37
4.1.3	Weichgewebe	47
5	DISKUSSION	53
5.1	Patienten	53
5.2	Methode	54
5.2.1	Messfehler	54
5.3	Ergebnisse der kephalometrischen Analyse	55
5.3.1	Basal sagittal	55
5.3.2	Dental	57
5.3.3	Weichgewebe	60
5.4	Schlussfolgerung	64
6	LITERATURVERZEICHNIS	65
7	ANHANG	72
8	DANK	76
9	PUBLIKATIONEN	77
10	LEBENS LAUF	78

1 Zusammenfassung

Die Frage, ob eine kieferorthopädische Behandlung mit Extraktion von Prämolaren zu einer Profilverschlechterung führt, wird in der Literatur immer noch kontrovers diskutiert.

In der vorliegenden Untersuchung soll dargestellt werden, ob und inwiefern sich eine Prämolarenextraktion auf das Weichteilprofil und die Schneidezahnstellung bei Patienten mit einer Angle-Klasse II,1 auswirkt, beziehungsweise inwieweit die Stellung der Schneidezähne das Lippenprofil beeinflusst.

Ziel der Studie war vor allem, die Unterschiede zwischen Patienten, bei denen vier Prämolaren extrahiert wurden, und Patienten, denen im Rahmen einer so genannten Camouflage-Behandlung nur zwei Prämolaren im Oberkiefer entfernt wurden, zu ermitteln. Als Vergleichsgruppe dienten Patienten mit einer Angle-Klasse II,1, die ohne Extraktionstherapie behandelt wurden.

Zu diesem Zweck wurden laterale Fernröntgenseitenaufnahmen von [n = 103] männlichen und weiblichen Patienten mit einer unbehandelten Angle-Klasse II,1 ausgewertet. Bei 34 Patienten wurden zwei Prämolaren im Oberkiefer extrahiert (OK-Ex-Gruppe), bei 37 Patienten wurden je zwei Prämolaren in Ober- und Unterkiefer extrahiert (OK-UK-Ex-Gruppe) und bei 32 Patienten wurden keine Prämolaren extrahiert (Non-Ex-Gruppe).

Die Fernröntgenseitenbilder wurden digitalisiert und mit Hilfe der Software Onyx Ceph® ausgewertet.

Für die kephalometrische Analyse wurden entsprechend der Zielstellung hier relevante Winkel- und Streckenmessungen ausgewählt, die basal sagittale und dentale Parameter, sowie Weichteilparameter betreffen.

Bezüglich basal sagittaler und dentaler Parameter zeigten sich zwischen den Untersuchungsgruppen deutliche Unterschiede.

Patienten mit Camouflage-Behandlung hatten nach Therapie signifikant retrudierter stehende obere mittlere Schneidezähne als Patienten mit Extraktionen in beiden Kiefern und höchst signifikant retrudierter stehende obere Schneidezähne sowie signifikant retrognather liegende Unterkiefer als Patienten ohne Extraktionstherapie.

Patienten mit Extraktionen in beiden Kiefern zeigten am Ende der Behandlung signifikant retrudiertere untere Schneidezähne als die anderen Gruppen.

Insgesamt wiesen Patienten der Extraktionsgruppen nach Behandlungsende deutlich steiler stehende Schneidezähne als Patienten ohne Extraktionen auf.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigten deutlich, dass die in der Literatur häufig postulierte Profilverschlechterung nach Extraktionstherapie nicht nachgewiesen werden konnte. Sowohl die Patienten der Extraktionsgruppen als auch Patienten ohne Extraktionen wiesen am Ende der kieferorthopädischen Behandlung deutlich retrudierte Ober- und Unterlippen auf. Es bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen Patienten mit Prämolarenextraktionen nur im Oberkiefer beziehungsweise in beiden Kiefern und Patienten ohne Extraktionen.

1.1 Summary

The discussion in literature whether orthodontic treatment with extraction of premolars has a negative influence on the soft tissue profile is still controversial.

The following study presents the matter showing whether or to what extent the extraction of premolars has an effect on the soft tissue and the position of incisors on patients with angle class II division 1 malocclusions or to what extent the position of the incisors influences lip profile.

The aim of this study was mainly to determine the differences between patients whose four premolars had been extracted and patients who had only two premolars extracted from the upper jaw for a camouflage treatment. Patients with an angle class II division 1 malocclusion without extractions were used as reference group.

For this purpose, standardized lateral cephalometric radiographs of [n = 103] were evaluated of male and female class II division 1 patients without treatment before. 34 patients had two premolars extracted from the upper jaw (OK-Ex-group), 37 patients had two premolars extracted from each the upper and lower jaw (OK-UK-Ex-group) and 32 patients had no premolars extracted (Non-Ex-group).

The lateral cephalograms were digitalized and evaluated with the Onyx Ceph® software. A cephalometric analysis was performed. According to the final position relevant measurements of angle and length were chosen concerning skeletal, dental and soft tissue parameters.

There were obvious differences between the examined groups concerning skeletal and dental measurements.

After therapy, patients with camouflage treatment had significantly more retruded upper incisors than patients with extractions in both jaws, and highly significantly retruded upper incisors as well as significantly retrognathic lower jaws compared with patients without extraction therapy.

At the end of treatment, patients with extractions in both jaws showed significantly more retruded lower incisors than the other groups.

In all patients of the extraction groups the Interincisal angle was more obtuse at the end of treatment than in patients without extractions.

The results of the present study clearly showed that a negative influence of an extraction therapy on the soft tissue often postulated in literature could not be proved.

The patients of the extraction groups as well as the patients without extractions both clearly showed retruded upper and lower lips at the end of orthodontic treatment. There were no significant differences between patients with extraction of premolars only in the upper jaw, with extractions in both jaws or without extractions.

2 Einleitung

Die Extraktion von Zähnen zur Korrektur von Engständen und als Camouflage-Behandlung bei skelettal bedingter Angle- Klasse II,1 hat heutzutage einen festen Stellenwert im Rahmen der kieferorthopädischen Therapie.

Es bestehen allerdings immer noch gegensätzliche Ansichten bezüglich der Auswirkungen der Extraktionstherapie auf die Schneidezahnstellung, die Gesichtsästhetik und das Lippenprofil. So warnen einige Autoren beispielsweise vor einer Profilverschlechterung nach Extraktionstherapie (HARZER, 1999, PAQUETTE, 1992). Sie kritisieren die Profilabflachung beziehungsweise die Verstärkung der Gesichtskonkavität, was im angloamerikanischen Sprachraum, wo zwischen 1950 und 1970 vermehrt Prämolaren extrahiert wurden, auch zu der Bezeichnung „Dish face“ (Schüsselgesicht) geführt hat. Ein volles Lippenprofil wird prinzipiell als ästhetisch ansprechender und jugendlicher empfunden als ein flaches oder konkaves Profil.

Mittlerweile gibt es aber auch zahlreiche Studien, wie beispielsweise die Studien von BISHARA et al. (1995, 1997) und JAMES (1998), die den Vorwurf der Profilverschlechterung zurückweisen.

In dieser Untersuchung soll dargestellt werden, ob und inwiefern sich eine Prämolarenextraktion auf das Weichteilprofil und die Schneidezahnstellung bei Patienten mit einer Angle-Klasse II,1 auswirkt, beziehungsweise inwieweit die Stellung der Schneidezähne das Lippenprofil beeinflusst.

Die Nullhypothese wird daher wie folgt formuliert: „Veränderungen der Weichgewebe sind unabhängig von einer kieferorthopädischen Extraktionstherapie.“

Besonders soll dabei auf die Unterschiede zwischen Patienten, bei denen vier Prämolaren extrahiert wurden, und Patienten, bei denen im Rahmen einer so genannten Camouflage-Behandlung nur zwei Prämolaren im Oberkiefer extrahiert wurden, eingegangen werden. Zum Vergleich werden Patienten mit einer Angle-Klasse II,1 untersucht, bei denen keine Prämolaren extrahiert worden sind.

2.1 Historischer Rückblick

Es ist bemerkenswert, dass sich die Wurzeln der Extraktionstherapie bereits bis in die Antike und das frühe Mittelalter zurückverfolgen lassen. Bekannt sind Schriftstücke von Paul von Ägina, um 636, und Hali Abbas, um 994, worin die Extraktion „überzähliger Zähne“ zur Verbesserung der Ästhetik empfohlen wird (RINDERER zitiert nach BREDY/REICHEL, 1976).

Das erste Buch, das zu diesem Thema erschienen ist, wurde 1728 von PIERRE FAUCHARD (1678-1761) unter dem Titel „Le Chirurgien dentiste ou Traité des dents“ veröffentlicht. Auch er vertrat die Meinung, dass „übelstehende Zähne“ zu entfernen wären, sobald sie Ästhetik oder Funktion beeinträchtigten (DIEDRICH, 2002).

Um dem Übereinanderschieben der Zähne entgegenzuwirken, empfahl ETIENNE BOURDET (1722-1789), ein Nachfolger Fauchards, in seinem Werk „Recherches et observations sur toutes les parties de l'art du dentiste“ von 1757 zum ersten Mal die Extraktion der ersten Prämolaren (RING, 1997).

1771 formulierte der Engländer JOHN HUNTER (1728-1793) in seinem Buch „The natural history of the human teeth“ als Erster Regeln zur Extraktion aller vier Molaren der zweiten Dentition. Seiner Meinung nach seien sie bereits frühzeitig zu entfernen, „auch wenn sie noch keine Beschwerden verursachen, da Lückenschluss zu erwarten ist und Platz für die vorderen Zähne geschaffen werden kann“ (HUNTER zitiert nach SCHULZE, 1981).

Das gleiche Ziel verfolgte MAC LEAN. Er postulierte 1855 erstmals eine Systematik zur Extraktion von Sechsjahrmolaren. Die darin genannten Vorteile, wie etwa die „Vorbeugung der Karies“ und Erzielung eines gesünderen Zustandes der übrigen Zähne ohne weitere Hilfsmittel, führten im 19. Jahrhundert bei vielen Zahnärzten zu vermehrter Extraktionsbereitschaft (REICHENBACH, 1967).

Dies sorgte für Diskussionsstoff unter den Befürwortern und Gegnern der Extraktionstherapie. Erst durch die Autorität von ANGLE (1855-1930), der die kieferorthopädische Extraktion vehement ablehnte und stattdessen die Einordnung aller Zähne forderte, wurde die Extraktionstherapie zunehmend kritisch beurteilt.

HERBST (1913) versuchte zwischen ANGLE und seinen Gegnern zu vermitteln, indem er die Extraktionsindikation relativierte und verlangte, die Entscheidung vom jeweiligen Patientenfall abhängig zu machen (REICHENBACH, 1967).

Nach dem Lebensende von Angle wurden die Stimmen der Befürworter der Extraktionstherapie erneut laut, darunter vor allem die Autoren TWEED (1895-1970) und BEGG (1898-1983). Nachdem bereits 1881/82 KINGSLEY auf die erhöhte Wertigkeit erster Molaren gegenüber Prämolaren hinwies, wurde vorwiegend diese Extraktionsvariante favorisiert (REICHENBACH, 1967).

Dies führte schließlich dazu, dass zwischen 1950 und 1970 circa 80% aller kieferorthopädischen Patienten in den USA mit Hilfe von Extraktionen und meist festsitzenden Apparaturen behandelt wurden. Grund war auch die Verbesserung der festsitzenden Apparaturen und somit die Durchführbarkeit körperlicher Zahnbewegungen. In Europa hingegen, wo zu dieser Zeit nur bei etwa 10 bis 30% der kieferorthopädisch behandelten Patienten Zähne extrahiert wurden, kamen hauptsächlich funktionskieferorthopädische Geräte zum Einsatz (DAUSCH-NEUMANN, 1986).

Die Häufigkeit der Prämolarenextraktion in den USA hat in den letzten Jahren wieder deutlich abgenommen und entspricht heutzutage etwa der für Europa angenommenen Häufigkeit (PROFFIT, 1994).

Um den Aufwand einer apparativen Behandlung zu minimieren beziehungsweise ganz zu vermeiden, stellten HOTZ und KJELLGREN 1947 unabhängig voneinander Regeln zur so genannten Serien- oder Reihenextraktion auf. Dieses Vorgehen wurde von HOTZ als „Steuerung des Zahndurchbruchs mittels Extraktionen“ bezeichnet (HOTZ, 1947; KJELLGREN, 1947).

Die Extraktionstherapie hat sich in der kieferorthopädischen Behandlung etabliert. Es werden heute meistens Prämolaren extrahiert. Die in der Vergangenheit beliebt gewordene Entfernung der Sechsjähr-Molaren wird nur noch bei tiefem Zerstörungsgrad der Zähne in Erwägung gezogen.

Noch heute werden Zähne nach dem von HOTZ festgelegten Schema extrahiert und stabile Behandlungsergebnisse erzielt.

2.2 Indikationen zur Extraktion von Prämolaren

Im Folgenden soll ausschließlich auf kieferorthopädische Indikationen zur Extraktion eingegangen werden. Extraktionsgründe aus pathologischer Sicht, wie zum Beispiel tiefe kariöse Zerstörung, Trauma sowie parodontale und endodontische Probleme, werden nicht betrachtet.

Für die erfolgreiche Korrektur bestimmter Anomalien ist die Extraktion von Zähnen unerlässlich. Häufig lässt sich jedoch feststellen, dass die Grenze zwischen Extraktions- beziehungsweise Nicht-Extraktionsfall von verschiedenen Behandlern aufgrund der vielfältigen Entscheidungskriterien unterschiedlich gezogen wird (DIEDRICH, 2002).

Da die Entfernung von Zähnen eine irreversible und damit folgenschwere Therapieentscheidung darstellt, ist es unerlässlich, sämtliche diagnostische Unterlagen (Modelle, Orthopantomogramm, Fernröntgenseitenaufnahme, extraorale Aufnahmen, habituelle Faktoren) sorgfältig auszuwerten und zwischen Vor- und Nachteilen der Therapie abzuwägen.

Erfahrungsgemäß bietet die therapeutische Entfernung von Prämolaren folgende *Vorteile*:

- Verkürzung der Behandlungsdauer
 - Erreichen von akzeptablen Kompromisslösungen bei Spätbehandlungen
 - „Vereinfachung“ der Therapie
 - verminderte Rezidivneigung
- (SCHOPF, 1994)

Folgende *Nachteile* sollten bei der Therapieentscheidung ebenfalls berücksichtigt werden:

- Entfernung (meist gesunder) permanenter Zähne, weshalb es unerlässlich ist, vor der Extraktionsentscheidung zu überprüfen, ob alle Zähne angelegt und Zähne mit zweifelhafter Erhaltungswürdigkeit vorhanden sind, um einer zu starken Verminderung der Zahnzahl vorzubeugen (SCHMUTH, 1994).
- Zahnkippen und Restlücken, wenn ohne festsitzende Apparaturen gearbeitet wird oder die Behandlung aufgrund mangelnder Mitarbeit des Patienten vorzeitig abgebrochen wird.

Die Extraktion von vier Prämolaren

In der Regel wird die Extraktion von Prämolaren symmetrisch in allen vier Quadranten durchgeführt, da durch gleiche Zahnzahl pro Quadrant bessere Ergebnisse hinsichtlich harmonischer Okklusionsgestaltung erreicht werden können (SCHOPF, 1994).

Am häufigsten müssen aus Platzmangel Prämolaren extrahiert werden. Ca. 80% der kieferorthopädischen Patienten leiden unter solchen sagittalen Engständen (SCHOPF, 1994), die sich meistens im Eckzahnbereich zeigen. Der Eckzahn bricht bukkal der Zahnreihe durch (Sagittalstand, Außenstand), da der für ihn vorgesehene Platz vom eher durchbrechenden Prämolaren eingeengt wird.

Ursache ist oft ein Missverhältnis zwischen Zahngröße und apikaler Basis beziehungsweise Kiefergröße, was auch als echter Engstand bezeichnet wird. In der Regel lässt sich sagen, dass eine SI (Summa Incisiva) über 34mm (SCHOPF, 1994) bei normal großem Kiefer zu Platzproblemen führt, die sich durch Expansion der Zahnbögen nicht rezidivfrei beheben lassen.

Einen Extremfall dieser Form stellt die Mikrognathie eines Kiefers dar. Kann hier durch wachstumsstimulierende Maßnahmen kein ausreichendes Platzangebot zur Verfügung gestellt werden, müssen ebenfalls Zähne entfernt werden.

Auch durch Stützzoneneinbruch, bedingt durch frühzeitigen Milchzahnverlust oder Verkleinerung der mesiodistalen Kronendurchmesser kariöser Milchzähne, können Zahnengstände erworben werden. Dabei ist zu beachten, dass nicht der absolute Platzmangel ausschlaggebend für die Extraktionsentscheidung ist, sondern das Ausmaß des Mesialstandes der Seitenzähne. Da diese durch Distalisation höchstens 3,5mm (ca. eine halbe Prämolarenbreite) zurückbewegt werden können, ergibt sich eine Extraktionsindikation eindeutig, sobald der Mesialstand der Seitenzähne 3,5mm überschreitet (SCHOPF, 1994).

Dabei hängt meistens die Entscheidung zur Extraktion von Zähnen von der Situation im Unterkiefer ab, da sich die Distalisation unterer Molaren wesentlich schwieriger gestaltet als im Oberkiefer. Während im Oberkiefer relativ gute Ergebnisse mit extraoralen Geräten (z.B. Headgear) erzielt werden können, werden im Unterkiefer neuere Apparaturen wie Pendulum oder Mini-Pins eingesetzt. Dazu trägt die Tatsache bei, dass sich die Unterkieferbasis nicht erweitern lässt und die Knochenstruktur im Unterkiefer wesentlich kompakter ist als im Oberkiefer.

Eine weitere Indikation zur Entfernung von Prämolaren kann bei Patienten mit (frontaler) Infraokklusion beziehungsweise ausgeprägtem vertikalem Wachstumsmuster bestehen. Durch die Extraktion von vier Prämolaren besteht die Möglichkeit der Bissvertiefung bedingt durch Autorotation des Unterkiefers und Retrusion der Frontzähne (DIEDRICH, 2002).

Die vorhandene Anlage der Weisheitszähne und ein volles Lippenprofil werden häufig als zusätzliches Entscheidungskriterium für eine Extraktion angegeben (DIEDRICH, 2002; SCHMUTH, 1994; SCHOPF, 1994).

Liegt bei einem Patienten ein ausgeprägtes Missverhältnis zwischen Zahn- und Kiefergröße zugunsten der Zahngröße vor, so kann es oft sinnvoll sein, bereits im frühen Wechselgebiss Maßnahmen zur so genannten Serienextraktion einzuleiten. Die heute weitgehend immer noch nach dem Schema von HOTZ, KJELLGREN und HEATH durchgeführte „gesteuerte Extraktion“ beginnt mit der Entfernung der oberen und unteren Eckzähne der ersten Dentition zur Auflockerung des frontalen Engstandes (SCHOPF, 1994). Daraus resultiert jedoch auch, dass der Platz im Eckzahnbereich teilweise oder vollständig aufgebraucht wird und die Frontzähne eine steilere Achsenstellung einnehmen. Um diesen Platzmangel im Seitenzahnggebiet nun zu beheben, werden im zweiten Schritt die ersten Milchmolaren entfernt. Dabei sollte die Wurzel des Milchmolaren bereits zum großen Teil vom ersten Prämolaren resorbiert worden sein. Nur so kann die Bildung einer Knochenbrücke verhindert werden und der Prämolare beschleunigt durchbrechen.

Der dritte und letzte Schritt der Serienextraktion ist schließlich die Entfernung der ersten Prämolaren. Besondere Beachtung muss in diesem Zusammenhang dem Durchbruchstand der Nachbarzähne geschenkt werden. Ist der Durchbruch des zweiten Prämolaren vor dem Eckzahn zu erwarten, so muss die Extraktion des ersten Prämolaren so lange hinausgezögert werden, bis der zweite Prämolare an regulärer Stelle durchgebrochen ist. Erst dann kann der erste Prämolare entfernt werden und sich der Eckzahn an seine Stelle einordnen. Unproblematisch ist die Entfernung des ersten Prämolaren, wenn der Eckzahn vor dem zweiten Prämolaren durchbricht (DIEDRICH, 2002). Grundlage dieser Erkenntnisse sind nach wie vor die von BAUME (1939) aufgestellten Wanderungsgesetze. Er empfiehlt als Obergrenze für Prämolarenextraktionen im Unterkiefer ein Alter von 13 Jahren und im Oberkiefer ein Alter von 14 bis 15 Jahren.

Ein Vorteil der Serienextraktion ist der verminderte Einsatz von kieferorthopädischen Apparaturen. Eine Verkürzung der Therapiedauer sowie verbesserte Therapieergebnisse können jedoch gegenüber Extraktionen im späten Wechselgebiss oder der zweiten Dentition nicht erzielt werden. Wie die Studie von WAGNER et al. (2000) belegt, ist lediglich die Behandlungsdauer mit festsitzenden Geräten verkürzt. Die gesamte Beobachtungs- und Behandlungsdauer sowie die Anzahl der Termine war bei Patienten mit Serienextraktionen sogar signifikant länger. Gleichzeitig wurden keine Unterschiede bezüglich des PAR-Wertes bei Behandlungsende deutlich. Nichtsdestoweniger sollte immer berücksichtigt werden, dass frühe Extraktionen zu einer Entwicklungshemmung des Alveolarfortsatzes führen (DIEDRICH, 2002) und die Entfernung von bis zu 16 Zähnen bei der Serienextraktion gerade für junge Patienten sehr belastend ist. Als negative Folgen sind Therapieabbruch oder verstärkte Angst vor Zahnarztbesuchen möglich (HÜSGEN, 1982).

Im Grenzfall empfiehlt HARMS (1988) jedoch generell, die Extraktion von Zähnen immer vorzuziehen, da die Gefahr eines erneut auftretenden Frontzahnengstandes geringer ist.

Die Extraktion von zwei Prämolaren

Im folgenden Abschnitt wird ausschließlich auf die symmetrische Extraktion von zwei Prämolaren im Oberkiefer eingegangen. Die Entfernung von zwei Prämolaren nur im Unterkiefer ist fast nie indiziert. Bei mandibulärer Prognathie mit frontalem Engstand ist je nach Ausprägung die spätere kombiniert kieferorthopädisch- kieferchirurgische Therapie vorzuziehen.

Die häufigste Indikation zur isolierten Prämolarenextraktion im Oberkiefer besteht bei Patienten mit Angle Klasse II,1 meist mit spätem Behandlungsbeginn, so dass eine funktionskieferorthopädische Therapie nicht mehr möglich ist. Kennzeichen sind Distalokklusion, vergrößerte sagittale Frontzahnstufe und Proklination der oberen Frontzähne.

Nach der Extraktion von zwei Prämolaren im Oberkiefer entstehen in diesem Fall eine Distalokklusion im Molarenbereich (in der Regel um eine Prämolarenbreite (DIEDRICH, 2002) und eine Neutralokklusion im Eckzahnbereich. Da durch diese Therapie jedoch nicht die Fehlstellung der Kieferbasen zueinander behoben wird, sondern diese lediglich durch eine veränderte Zahnstellung im Oberkiefer getarnt ist, wird diese Art der Therapie auch als so genannte Camouflage- Behandlung (von *frz. camouflage*: Tarnung) bezeichnet.

Auch bei sekundärem Engstand nur im Oberkiefer kann die Entfernung von zwei Prämolaren indiziert sein.

Zurückhaltend sollte man bei Patienten mit Supraposition der Kieferbasen beziehungsweise horizontalem Wachstumsmuster sein. Häufig wird auch zu Zurückhaltung bei Patienten mit konkavem Gesichtsprofil und großem Nasolabialwinkel geraten. Durch die Entfernung der Prämolaren werde eine bereits vorliegende Konkavität des Gesichtsprofils noch verstärkt, was im angloamerikanischen Sprachgebrauch auch als so genanntes „Dish-face“ (Schüsselgesicht) bezeichnet wird (HARZER, 1999).

Mittlerweile werden aber auch immer mehr Gegenstimmen laut, wie beispielsweise die Studien von BISHARA et al. (1995, 1997), welche die Angst vor einer Profilverschlechterung als unbegründet darstellen.

Die Extraktion von einem Prämolaren

Um die Liste der kieferorthopädischen Indikationen zur Extraktionstherapie zu vervollständigen, wird in diesem Kapitel kurz auf weitere Gründe eingegangen, die die Entfernung von Prämolaren erforderlich machen können.

Sehr selten wird nur ein Prämolare entfernt bei

- Mittellinienüberwanderungen beziehungsweise fehlender Zahnbogenmittenübereinstimmung
- ausgeprägtem Platzmangel nur in einem Quadranten (einseitige Mesialwanderung)
- Ausgleichsextraktionen bei Aplasie/Zahnverlust.

2.3 Fernröntgenseitenanalyse

Das Fernröntgenseitenbild gehört heute neben der Panorama-Schichtaufnahme und der Modellanalyse zum wichtigsten diagnostischen Hilfsmittel in der kieferorthopädischen Behandlung. Einige Autoren, wie zum Beispiel STEINER (zitiert nach MIETHKE, 1989), halten die Anfertigung einer Fernröntgenseitenaufnahme in jedem Behandlungsfall für unabdingbar und schreiben der Fernröntgenseitenanalyse sogar eine größere Bedeutung als der Modellanalyse zu.

Unabhängig voneinander legten im Jahre 1931 HOFRATH in Düsseldorf und BROADBENT in Cleveland (USA) mit einer aus der Kardiologie übernommenen Technik den Grundstein für die Fernröntgenseitenaufnahme. Mit dieser Technik gelang ihnen erstmals eine nahezu größenrichtige und verzerrungsarme Darstellung des gesamten Schädels mit allen kieferorthopädisch relevanten Strukturen wie Kieferbasen und Dentition, Viszerokranium und Weichgewebsprofil in der Norma lateralis (DIEDRICH, 2002).

Um eine möglichst größengetreue Abbildung des Schädels zu erreichen, muss ein entsprechend großer Fokus-Film-Abstand gewählt werden, der die Divergenz des Strahlenbündels minimiert. Klassisch wurde dabei ein Abstand zwischen 4 und 5 Metern angestrebt. Heutzutage sollte der Fokus-Film-Abstand mindestens 1,5 m betragen, wobei sich bei einer Abbildungsvergrößerung von etwa 7% ein akzeptabler Kompromiss ergibt (PASLER, 2004). Zur Erzielung einer optimalen Abbildungsschärfe muss der Schädel möglichst nah an der Filmebene positioniert werden (PASLER, 2004).

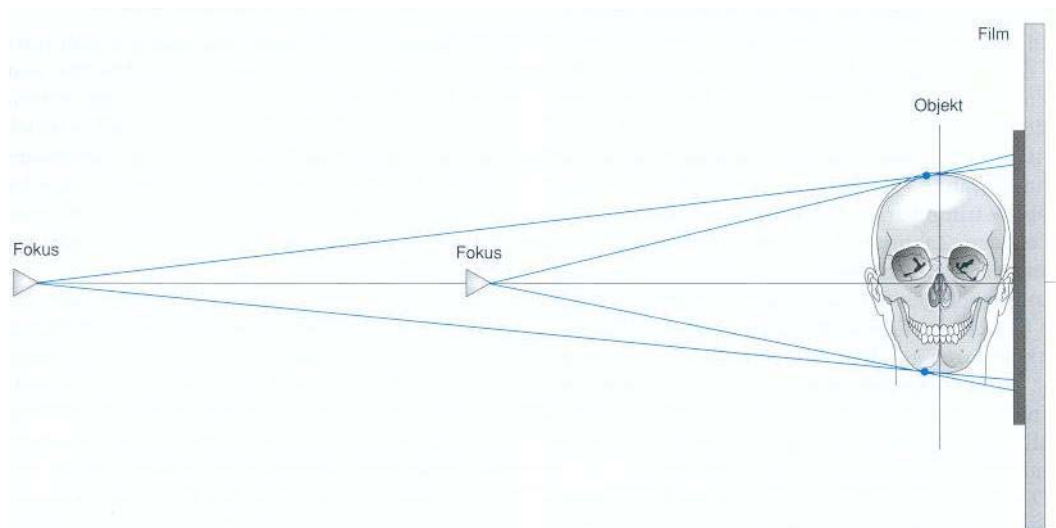


Abbildung 1: Schematische Anordnung einer Fernröntgenseitenaufnahme
(aus DIEDRICH, 2000)

Auf der Basis des Fernröntgenseitenbildes entwickelte sich anschließend die so genannte Kephalmetrie (von *griech. kephale*: Kopf; *metreín*: messen), mit deren Hilfe sich die sagittalen, vertikalen und dentalen Strukturmerkmale erstmals metrisch analysieren und objektivieren ließen. Gleichzeitig ermöglicht die Analyse die Aufdeckung dentaler Abweichungen mit skelettaler Ursache, die Darstellung des Gesichtsprofils im Zusammenhang mit den knöchernen Strukturen und die Abschätzung des zu erwartenden Wachstums (DIEDRICH, 2002).

Vergleicht man zwei Fernröntgenaufnahmen eines Patienten zu verschiedenen Zeitpunkten, so können Aussagen über wachstums- und behandlungsbedingte strukturelle Veränderungen getroffen werden. Da das Fernröntgenseitenbild jedoch nur eine zweidimensionale Abbildung des Schädels liefert, lassen sich nur Aussagen über den sagittalen und vertikalen Schädelaufbau treffen.

Mittlerweile sind bereits über 100 Analyseverfahren bekannt (SCHOPF, 1994), was auf den bedeutenden Stellenwert der Fernröntgenseitenanalyse in der kieferorthopädischen Diagnostik schließen lässt.

3 Material und Methode

3.1 Untersuchungsgut

Zur Auswertung kamen laterale Fernröntgenseitenaufnahmen von [n = 103] männlichen und weiblichen Patienten mit einer unbehandelten Angle-Klasse II,1 aus dem Patientengut der Klinik für Kieferorthopädie der Universität des Saarlandes. Die Patienten wurden entweder mit der Extraktion von 2 Prämolaren im Oberkiefer oder 4 Prämolaren in Ober- und Unterkiefer in Verbindung mit einer Multibracketapparatur behandelt. Bei einem Teil der Patienten wurden keine Extraktionen sondern ausschließlich eine Multibracketbehandlung durchgeführt.

Die Patienten dieser retrospektiven Untersuchung mussten zusätzlich folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Kontinuierliche Behandlung an der Klinik für Kieferorthopädie in Homburg (keine Behandlungsübernahmen)
- Vollständige Behandlungsunterlagen inklusive Fernröntgenseitenaufnahmen vor und nach der aktiven Behandlung
- Keine angeborenen Entwicklungsstörungen oder Nichtanlagen von Zähnen
- Keine Patienten, die kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgisch therapiert wurden

Die Patienten wurden nach Art der Extraktion eingeteilt und sowohl zu Behandlungsbeginn (Parameter 1; z.B. SNA1) als auch nach Behandlungsende (Parameter 2; z.B. SNA2) miteinander verglichen. Eine geschlechtsspezifische Unterscheidung fand nicht statt.

Zum Vergleich der kephalometrischen Daten wurden die Patienten in folgende **Gruppen** eingeteilt:

- **OK-EX** :Patienten, bei denen 2 Prämolaren im Oberkiefer extrahiert wurden
- **OK-UK-EX** :Patienten, bei denen je 2 Prämolaren in Ober- und Unterkiefer extrahiert wurden
- **NON-EX** :Patienten, bei denen keine Prämolaren extrahiert wurden

In der OK-EX-Gruppe befinden sich 34 männliche und weibliche Patienten, die zu Behandlungsbeginn durchschnittlich $13,05 \pm 4,07$ Jahre alt sind und am Ende der Behandlung $17,27 \pm 4,43$ Jahre alt. Die durchschnittliche Behandlungsdauer beträgt $4,22 \pm 1,64$ Jahre (Abbildung 2).

Die OK-UK-EX-Gruppe besteht aus 37 männlichen und weiblichen Patienten, deren durchschnittliches Alter zu Behandlungsbeginn $11,25 \pm 2,18$ Jahre und bei Behandlungsende $15,74 \pm 2,59$ Jahre beträgt. Die Behandlungsdauer liegt durchschnittlich bei $4,49 \pm 1,64$ Jahren (Abbildung 2).

Die NON-EX-Gruppe besteht aus 32 männlichen und weiblichen Patienten, die zu Behandlungsbeginn durchschnittlich $9,58 \pm 1,36$ Jahre alt sind und am Ende der Behandlung $14,46 \pm 2,17$ Jahre alt. Bei diesen Patienten beträgt die durchschnittliche Behandlungsdauer $4,88 \pm 1,97$ Jahre (Abbildung 2).

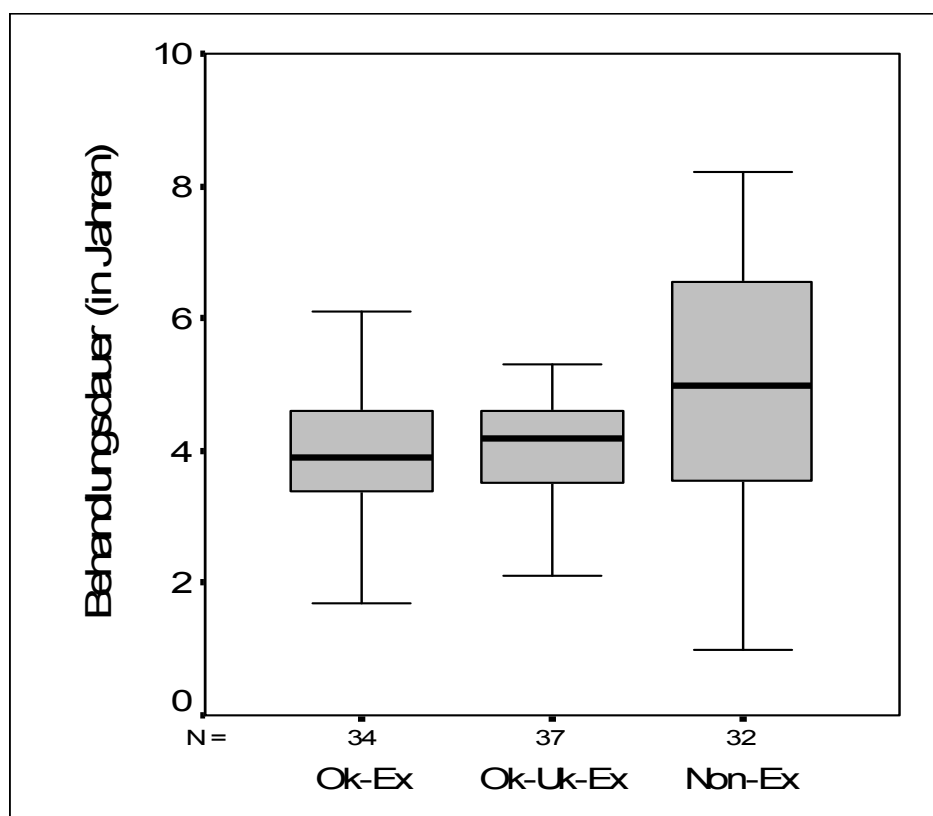


Abbildung 2: Behandlungsdauer der verschiedenen Gruppen in Jahren (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen)

3.2 Methode

Für die Anfertigung der Fernröntgenseitenbilder wurde ein Röntgengerät der Firma Siemens (Orthophos®) verwendet. Der Film/ Focus- Abstand betrug 1,5m.

Es wurde bei allen Aufnahmen darauf geachtet, dass der Patient regelrecht positioniert und in habitueller Okklusion geröntgt wurde. Je nach Alter beziehungsweise Schädelgröße der Patienten wurde bei einer Stromstärke von 10mA eine Spannung zwischen 77-89 kV gewählt. Bei den Röntgenfilmen handelte es sich um Filme im Format 18 x 24 cm² der Firma Kodak®.

Die Fernröntgenseitenbilder wurden mit einem DIN-A4-Durchlicht-Scanner (Epson® Expression 1680) der Firma Epson Deutschland GmbH und mit Hilfe der Scansoftware Silver-Fast Ai® der Firma LaserSoft Imaging® auf einen Personalcomputer mit dem Betriebssystem Microsoft® Windows 2000 Professional übertragen.

Die so digitalisierten Bilder wurden anschließend mit Hilfe der Software OnyxCeph® Version 2.5.8 (Image Instruments® GmbH, Chemnitz) ausgewertet. Dabei kam das Analyseverfahren „Homburg `02“ zur Anwendung.

Vor der Auswertung der Fernröntgenseitenbilder wurde mit Hilfe einer Kalibrierung der Vergrößerungsfaktor der Röntgenbilder festgestellt und kompensiert.

Die kephalometrischen Messpunkte wurden am Bildschirm festgelegt. Im Anschluss wurden die Strecken- und Winkelmessungen von OnyxCeph® automatisch durchgeführt.

3.2.1 Kephalometrische Methodik

Messpunkte

Man unterscheidet zwischen anatomischen Messpunkten, die sich auf tatsächlich vorhandene Knochenstrukturen des Viscerocraniums beziehen, und konstruierten Messpunkten, die durch geometrische Konstruktion ausgehend von anatomischen Messpunkten ermittelt werden.

Da es sich beim Fernröntgenseitenbild um eine zweidimensionale Abbildung des Gesichtsschädels handelt, können nur Aussagen über den sagittalen und vertikalen Schädelaufbau getroffen werden.

Im Folgenden werden die einzelnen hier verwendeten Knochen-, Zahn- und Weichteilpunkte aufgeführt und definiert.

- **Definition der Schädelbasis-Punkte:**

- Nasion (N):** Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Sutura nasofrontalis.
- Sella (S):** konstruierter Mittelpunkt der Sella turcica.
- Basion (Ba):** Der am weitesten kaudal und posterior gelegene Punkt des Vorderrandes des Foramen magnum (Clivus).

- **Definition der Oberkiefer-Punkte:**

- A-Punkt (A):** Der am weitesten posterior gelegene Punkt der anterioren Kurvatur des Oberkiefer-Alveolarfortsatzes.
- Spina nasalis anterior (Spa):** Der am weitesten anterior gelegene Punkt der knöchernen Spina nasalis anterior.
- Spina nasalis posterior (Spp):** Der am weiteste posterior gelegene Punkt der knöchernen Spina nasalis posterior.

- **Definition der Unterkiefer-Punkte:**

- B-Punkt (B):** Der am weitesten posterior gelegene Punkt der anterioren Kurvatur des Unterkiefer-Alveolarfortsatzes.
- Progonion (Pog):** Der am weitesten anterior gelegene Punkt des knöchernen Kinns.
- Gnathion (Gn):** Der kaudalste Punkt der Unterkiefersymphyse (oft auch als **Menton (Me)** bezeichnet).
- Artikulare (Ar):** Der röntgenologische Schnittpunkt des Unterrandes der Schädelbasis mit der dorsalen Kontur des Collum mandibulae.
- Gonion (Go):** Schnittpunkt der Mandibular-Linie mit der Ramus-Linie.

- **Definition der Zahn-Punkte:**

- Apikale superius (As):** Der apikalste Punkt des am weitesten anterior stehenden mittleren Oberkiefer-Schneidezahnes.
- Inzision superius (Is):** Der am weitesten inzisal gelegene Punkt des am weitesten anterior stehenden mittleren Oberkiefer-Schneidezahnes.
- Apikale inferius (Ai):** Der apikalste Punkt des am weitesten anterior stehenden mittleren Unterkiefer-Schneidezahnes.
- Inzision inferius (Ii):** Der am weitesten inzisal gelegene Punkt des am weitesten anterior stehenden mittleren Unterkiefer-Schneidezahnes.

- **Definition der Weichgewebs-Punkte:**

- Weichteil-Nasion (N'):** Der am weitesten posterior gelegene Punkt der Konvexität zwischen Stirn und Nase.
- Pronasale (Ns):** Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Nasenspitze.
- Subnasale (Sn):** Der am weitesten dorsal gelegene Punkt am Übergang des Nasenstegs in die Oberlippe.
- Labrale superius (Ls):** Der am weitesten anterior liegende Punkt der Oberlippe.
- Labrale inferius (Li):** Der am weitesten anterior liegende Punkt der Unterlippe.
- Weichteil-Progonion (Pog'):** Der am weitesten anterior gelegene Punkt des Weichteil-Kinnprofils.
- Columella-Tangentenpunkt (Ctg):** Punkt am Übergang des geraden Anteils der Columella in die Konvexität der Nasenspitze.

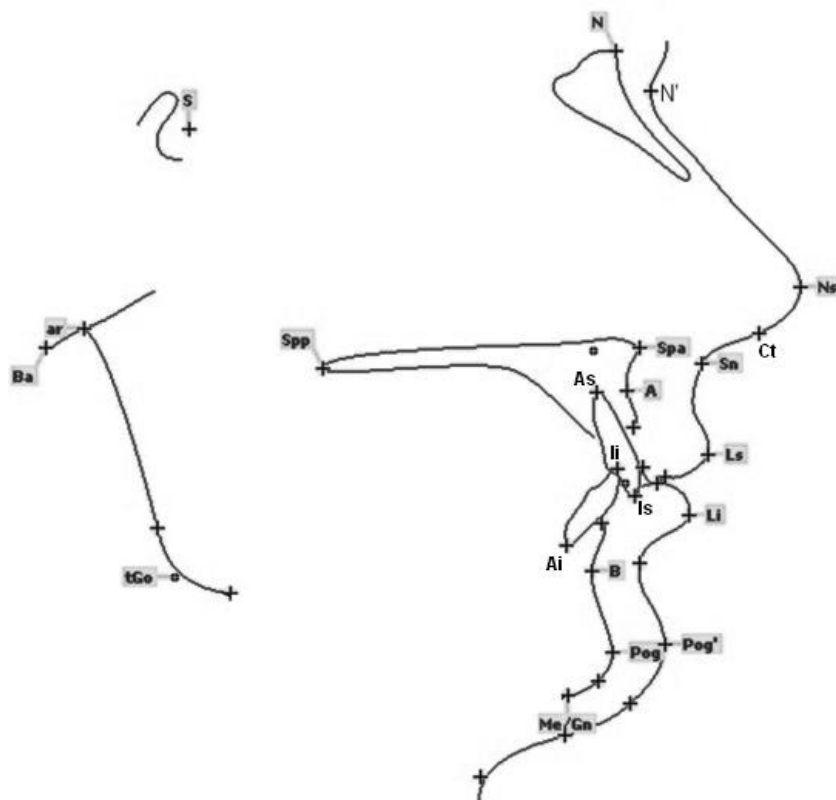


Abbildung 3: Darstellung der kephalometrischen Messpunkte

Kephalometrische Referenzlinien

Die Referenzlinien des Gesichtsschädels lassen sich in horizontale und vertikale Referenzlinien einteilen, wobei mit Hilfe der horizontalen Linien Aussagen über den vertikalen Schädelaufbau und mit Hilfe der vertikalen Linien Aussagen über den sagittalen Schädelaufbau getroffen werden können.

Im Folgenden werden die hier verwendeten horizontalen und vertikalen Referenzlinien aufgeführt und definiert.

- **Definition der Schädelbasis-Linien:**

Nasion-Sella-Linie (NSL): Horizontale Referenzlinie durch die Punkte Nasion und Sella; Linie der anterioren Schädelgrube.

- **Definition der Oberkiefer-Punkte:**

Nasallinie (NL): Horizontale Referenzlinie durch die Punkte Spina nasalis anterior und posterior; Linie der Oberkieferbasis.

NA-Linie (NA): Vertikale Referenzlinie durch den Punkt Nasion und den A-Punkt zur Bestimmung der sagittalen Position des Oberkiefers.

- **Definition der Unterkiefer-Linien:**

Mandibularlinie (ML): Horizontale Referenzlinie ausgehend vom Punkt Gnathion/Menton als Tangente an die kaudalste Kontur des Unterkiefers im Bereich des Kieferwinkels; Linie der Unterkieferbasis.

Ramuslinie (RL): Vertikale Referenzlinie ausgehend vom Punkt Artikulare als Tangente an die dorsalste Kontur des aufsteigenden Unterkieferastes im Bereich des Kieferwinkels.

NB-Linie (NB): Vertikale Referenzlinie durch den Punkt Nasion und den B-Punkt zur Bestimmung der sagittalen Position des Unterkiefers.

NPog-Linie (NPog): Vertikale Referenzlinie durch die Punkte Nasion und Progonion zur Bestimmung der sagittalen Position des Kinns.

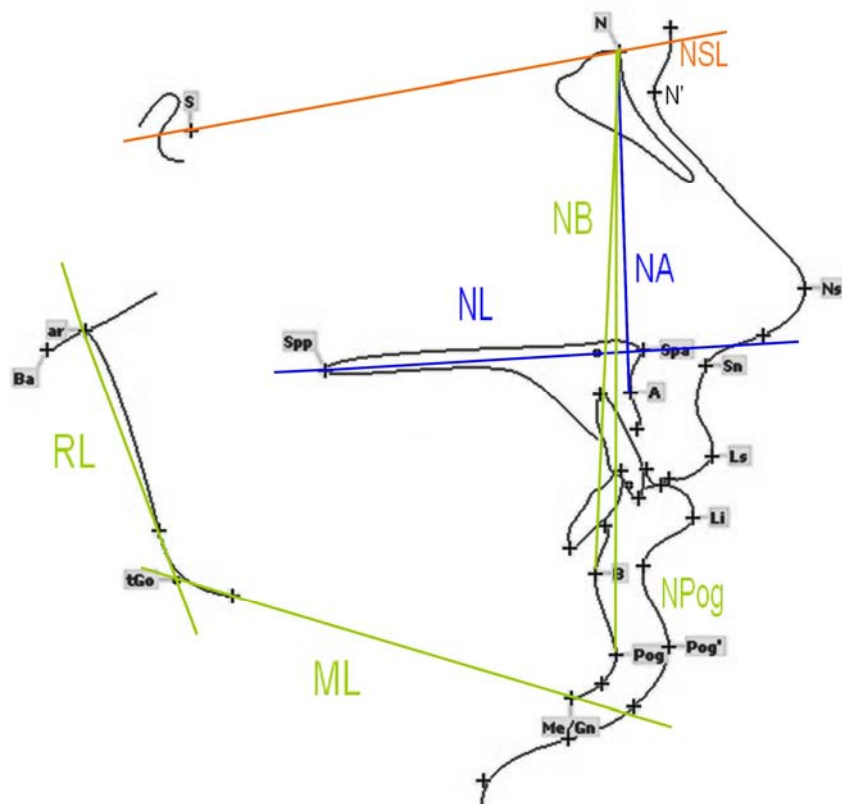


Abbildung 4: Darstellung der Schädelbasis-, Oberkiefer- und Unterkieferlinien

- **Definition der Zahn-Linien:**

Oberkiefer-Inzisallinie (IIs): Linie durch die Punkte Apikale superius und Inzision superius; Zahnachse des oberen mittleren Schneidezahnes.

Unterkiefer-Inzisallinie (Ili): Linie durch die Punkte Apikale inferius und Inzision inferius; Zahnachse des unteren mittleren Schneidezahnes.

- **Definition der Weichteil-Linien:**

Ästhetik-Linie (EL): Tangente an den Punkten Pronasale und Weichteil-Progonion zur Beurteilung des Lippenprofils.

- Columella-Tangente (Ct):** Tangente an den Punkten Subnasale und Columella.
- Oberlippen-Tangente (Ot):** Tangente an den Punkten Subnasale und Labrale superior.

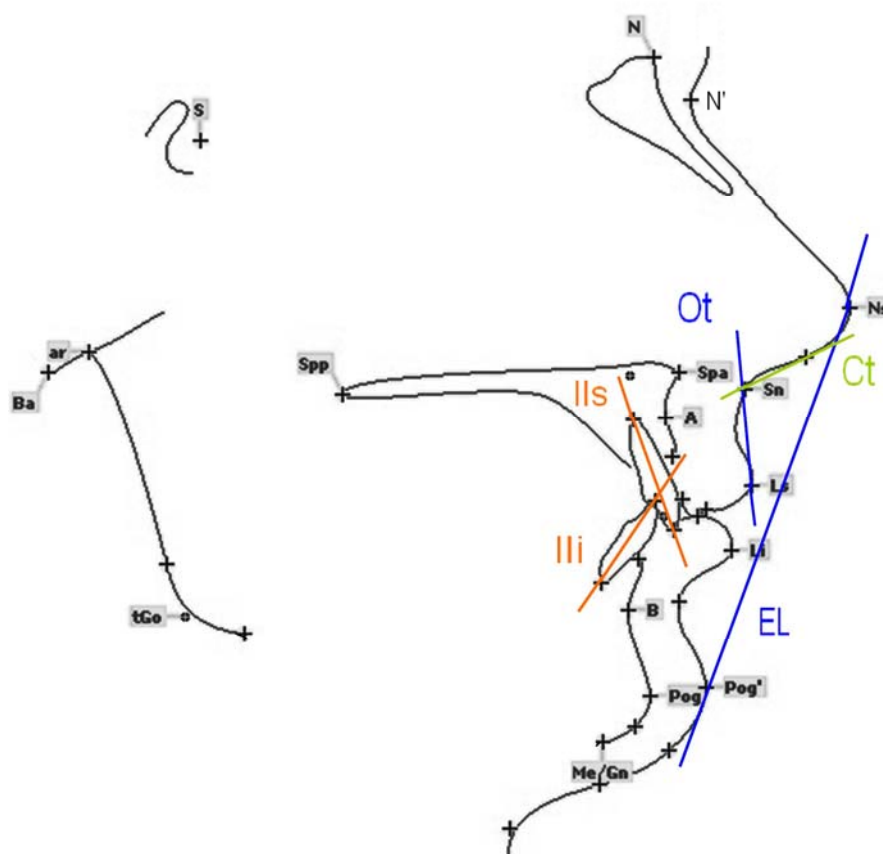


Abbildung 5: Darstellung der Zahn- und Weichteil-Linien

3.2.2 Kephalometrische Analyse

Bei der Analyse der Fernröntgenseitenbilder wurden folgende Strecken und Winkel gemessen:

3.2.2.1 Basal sagittal

- SNA-Winkel [°] (SNA):** Winkel zwischen **NSL** und **NA** zur Beurteilung der sagittalen Position des Oberkiefers in Relation zur anterioren Schädelbasis.

- SNB-Winkel [°] (SNB):** Winkel zwischen **NSL** und **NB** zur Beurteilung der sagittalen Position des Unterkiefers in Relation zur anterioren Schädelbasis.
- SNPog-Winkel [°] (SNPog):** Winkel zwischen **NSL** und **NPog** zur Beurteilung der sagittalen Position des Unterkiefers und des knöchernen Kinns in Relation zur anterioren Schädelbasis.

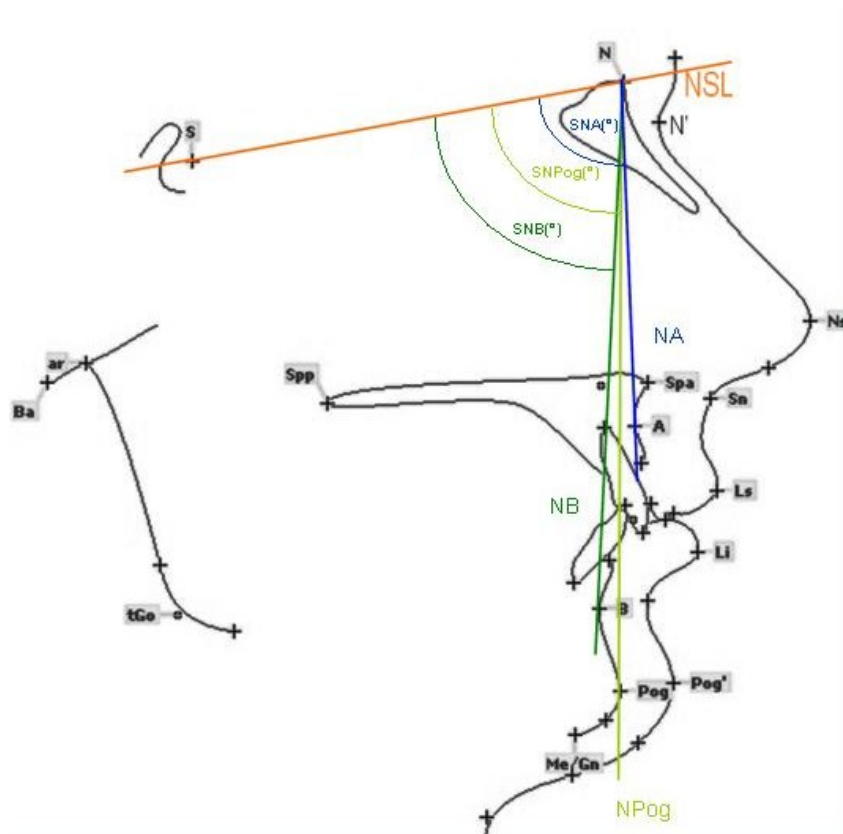


Abbildung 6: Darstellung der basal- sagittalen Parameter

3.2.2.2 Dental

- OK1-NA [°]:** Winkel zwischen **Ils** und **NA** zur Beurteilung der Stellung der oberen mittleren Schneidezähne zur NA-Linie.
- OK1-NL [°]:** Winkel zwischen **Ils** und **NL** zur Beurteilung der Stellung der oberen mittleren Schneidezähne zur Oberkieferbasis.

UK1-NB [°]: Winkel zwischen **lii** und **NB** zur Beurteilung der Stellung der unteren mittleren Schneidezähne zur NB-Linie.

UK1-ML [°]: Winkel zwischen **lii** und **ML** zur Beurteilung der Stellung der unteren mittleren Schneidezähne zur Unterkieferbasis.

Ils-Ili [°]: **Interinzisalwinkel**

Winkel zwischen **Ils** und **Ili** zur Beurteilung der Stellung der Schneidezähne zueinander.

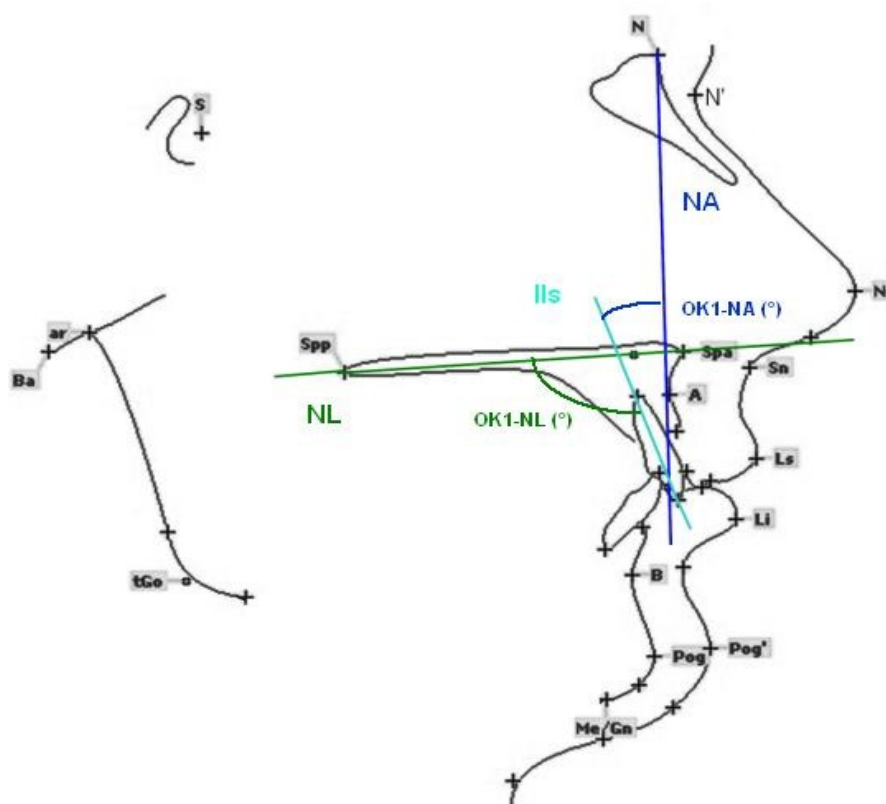


Abbildung 7: Darstellung der dentalen Parameter im Oberkiefer

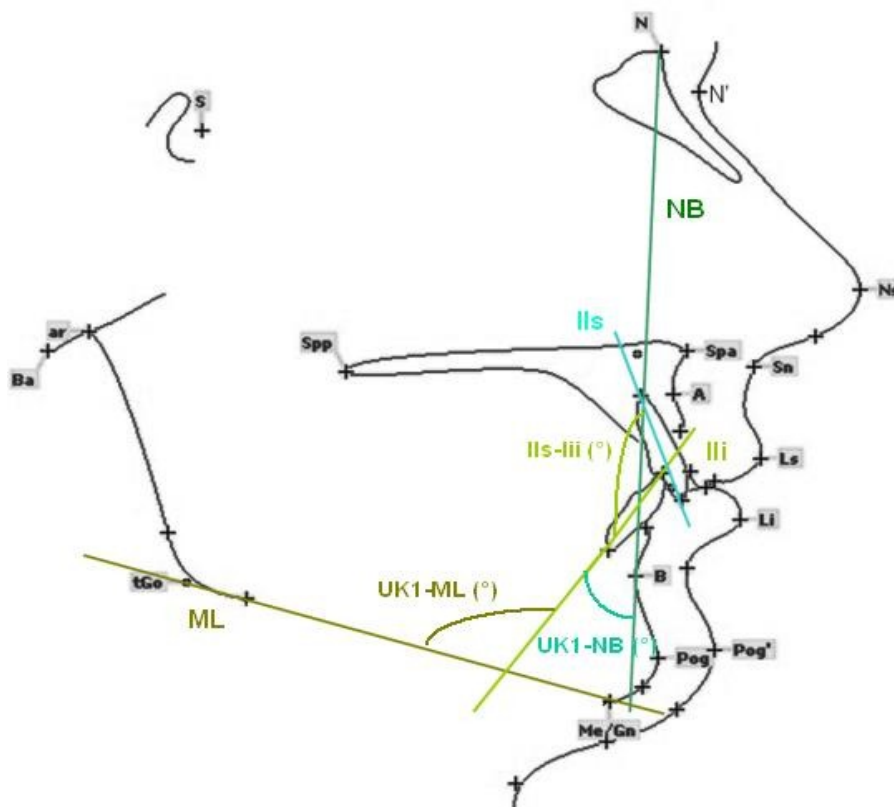


Abbildung 8: Darstellung der dentalen Parameter im Unterkiefer

3.2.2.3 Weichgewebe

Ls-EL [mm]:	Abstand des anteriorsten Punktes der Oberlippe zur Ästhetik-Linie.
Li-EL [mm]:	Abstand des anteriorsten Punktes der Unterlippe zur Ästhetik-Linie.
NLW [°]:	Nasolabialwinkel Winkel zwischen der Oberlippen- und der Columella-Tangenten.

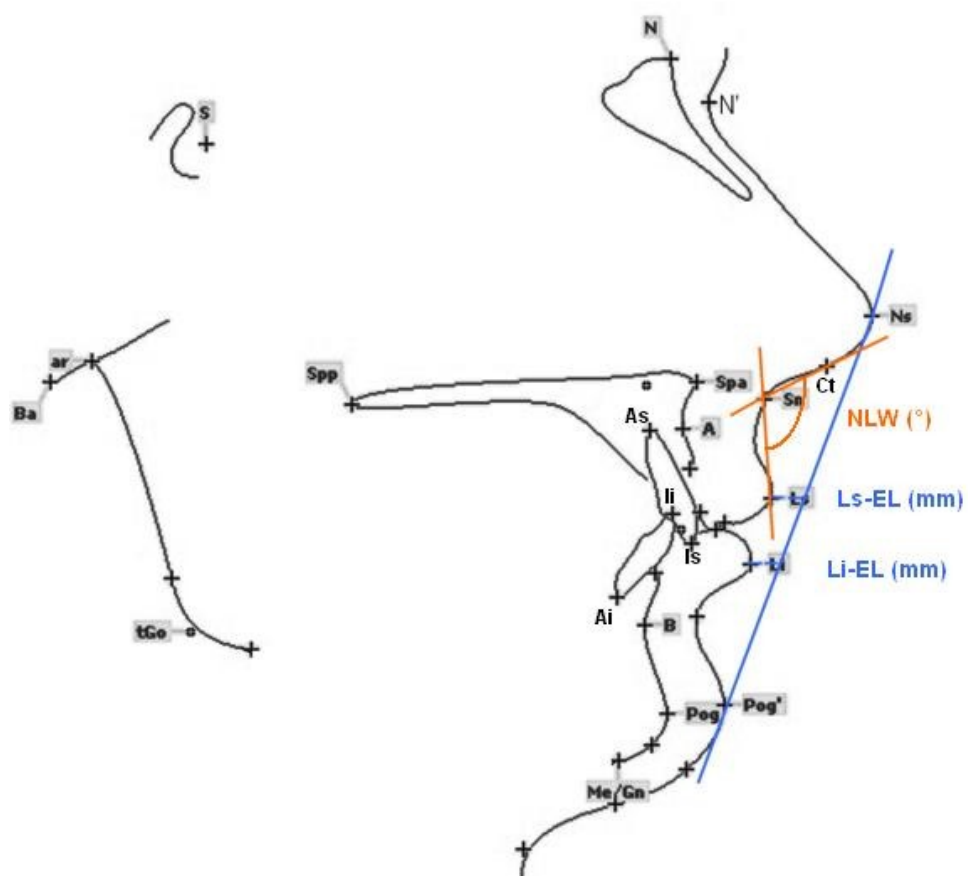


Abbildung 9: Darstellung der Weichteil-Parameter

3.3 Statistische Analyse

Zur Erfassung aller Variablen und zur statistischen Analyse kam ein Personalcomputer mit dem Betriebssystem Microsoft® Windows XP zur Anwendung. Die Tabellenkalkulation wurde mit Microsoft® Excel 2000 und die Textverarbeitung mit Microsoft® Word XP durchgeführt. Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe von SPSS® 11,5 für Windows (SPSS Inc., Chicago).

Deskriptive Statistik

Für alle kephalometrischen Parameter der einzelnen Gruppen wurde der Mittelwert (mean), der Median (median), Minimum (min), Maximum (max) und die Standardabweichung (sd) bestimmt.

Für alle Gruppen wurde die Gruppengröße (N) und die Behandlungszeit (T) bestimmt.

Vergleichende Statistik

Die Veränderungen der Parameter zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende innerhalb einer Gruppe wurden mit dem t-Test für gepaarte Stichproben auf signifikante Unterschiede geprüft.

Die Veränderungen der Parameter zwischen den Untersuchungsgruppen wurden mit Hilfe des t-Testes für unverbundene Stichproben überprüft.

Folgende Signifikanzniveaus kamen zur Anwendung:

$p \geq 0,05$	nicht signifikant
$p < 0,05$ (*)	signifikant
$p < 0,01$ (**)	hoch signifikant
$p < 0,001$ (***)	höchst signifikant

3.4 Methodischer Fehler

Zur Ermittlung des Methodenfehlers bei der Auswertung der Fernröntgenseitenbilder wurden nach dem Zufallsprinzip 34 Patienten ausgewählt, deren Fernröntgenseitenbilder nach einem erinnerungsfreien Zeitraum von drei Monaten erneut ausgewertet wurden.

Die Größe des Methodenfehlers wurde nach der **Dahlberg-Formel** (DAHLBERG, 1940) berechnet.

$$MF = \sqrt{(\sum d^2 / 2n)}$$

(**d**= Differenz zwischen 2 Registrierungen; **n**= Anzahl der Messungen)

Der für alle Parameter berechnete Methodenfehler ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Parameter	Messfehler
SNA [°]	0,670
SNB [°]	0,621
SNPog [°]	0,505
OK1-NA [°]	0,852
OK1-NL [°]	1,036
UK1-NB [°]	0,912
UK1-ML [°]	1,123
Interinzisalwinkel [°]	1,161
Ls-EL [mm]	0,408
Li-EL [mm]	0,326
Nasolabialwinkel [°]	0,961

Tabelle 1: Methodenfehler

4 Ergebnisse

Die ermittelten Werte der einzelnen kephalometrischen Parameter werden in tabellarischer Form und graphisch, in Form von Boxplot-Diagrammen, dargestellt. Dabei werden die Werte nach basal sagittalen und dentalen Parametern sowie Weichgewebsparametern unterteilt.

Die Verteilung der jeweiligen Werte wird mit Hilfe von Boxplot-Diagrammen abgebildet, wobei der Bereich in der Box der Interquartilbereich ist. Dieser stellt 50% der Werte dar, die dem Median-Wert, der als Querlinie über der Box liegt, am nächsten liegen. Die senkrecht von der Box nach oben und unten ausgehenden Linien markieren jeweils 25% der Werte, die vom Median nach oben oder unten abweichen. Der Maximal- bzw. Minimalwert ist jeweils mit einem Querbalken gekennzeichnet. Ausreißer oder Extremwerte sind nicht berücksichtigt worden.

Der Richtwert für den jeweiligen kephalometrischen Parameter wurde als Querlinie über das ganze Diagramm gelegt, damit Abweichungen vom Richtwert nach oben oder unten besser dargestellt werden können. Dabei wurde der Richtwert für männliche und weibliche Patienten gemittelt.

Bei den Diagrammen, die Differenzen der jeweiligen Parameter zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende darstellen, wurde jeweils die „Null-Linie“ markiert. „Null“ bedeutet in diesem Fall, dass keine Veränderung zwischen Behandlungsbeginn und –ende stattgefunden hat. Werte oberhalb der Linie bedeuten Vergrößerung, Werte unterhalb der Linie Verkleinerung des Parameter zu Behandlungsende.

Alle p-Werte, sowie die jeweiligen Signifianzniveaus, sind in Tabellenform dargestellt. Die Tabellen der Mittelwerte und Standardabweichungen (SD) aller Parameter befinden sich im Anhang.

4.1 Kephalometrische Analyse

4.1.1 Basal sagittal

SNA-Winkel

Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende wird der SNA-Winkel in Gruppe OK-UK-EX signifikant ($p < 0,05$) und in Gruppe NON-EX hochsignifikant ($p < 0,001$) kleiner (Abbildung 10).

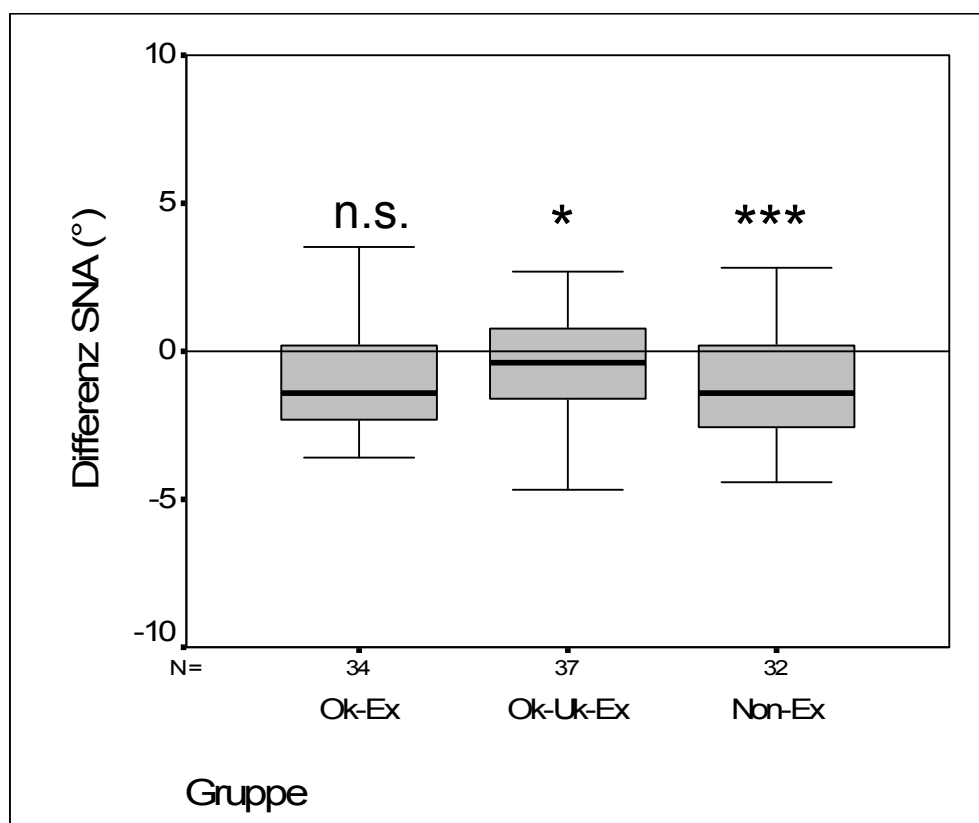


Abbildung 10: Differenzen von Winkel SNA zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; n.s.: nicht signifikant; *: signifikant; ***: höchst signifikant)

Zwischen den verschiedenen Gruppen ergeben sich sowohl bei Behandlungsbeginn als auch zu Behandlungsende keine signifikanten Unterschiede (Abbildung 11, Tabelle 2).

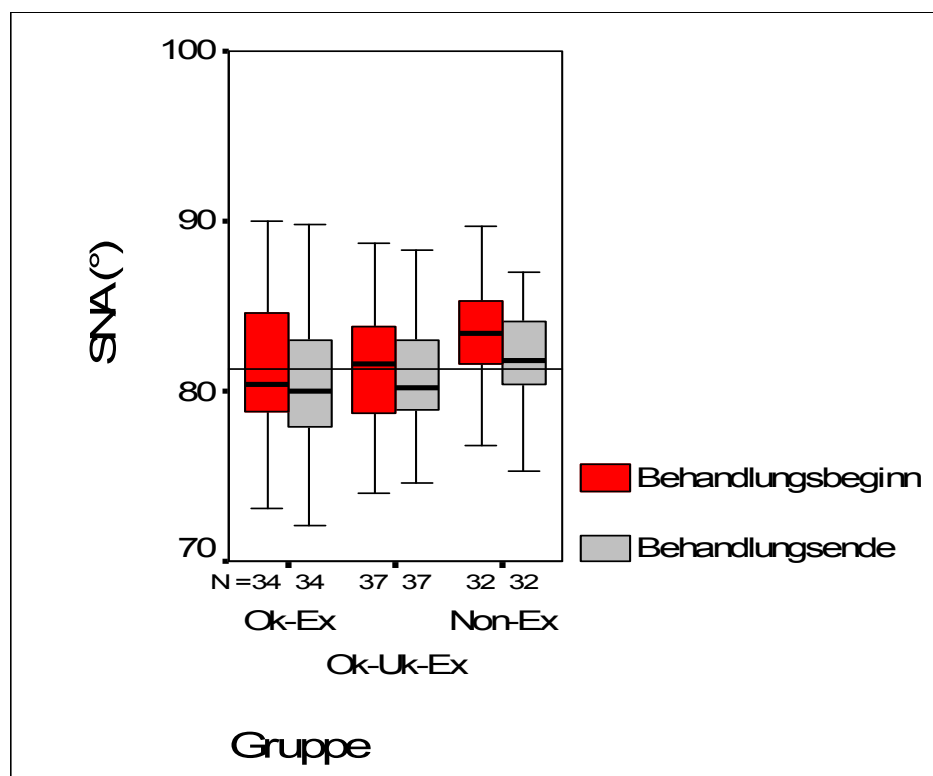


Abbildung 11: Winkel SNA der verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; NON-Ex: Patienten ohne Prämolarenextraktionen)

Behandlungszeitpunkt	Gruppen	Gruppen	p-Wert	Signifikanz
SNA1	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,981	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,102	-
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,137	-
SNA2	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,967	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,295	-
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,406	-

Tabelle 2: Vergleiche der Mittelwerte von SNA zwischen den verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (t-Test für unabhängige Stichproben); OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; SNA1: Wert von Winkel SNA zu Behandlungsbeginn; SNA2: Wert von Winkel SNA zu Behandlungsende

SNB-Winkel

Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende wird der SNB-Winkel in den Gruppen OK-UK-EX und NON-EX signifikant ($p < 0,05$) größer (Abbildung 12).

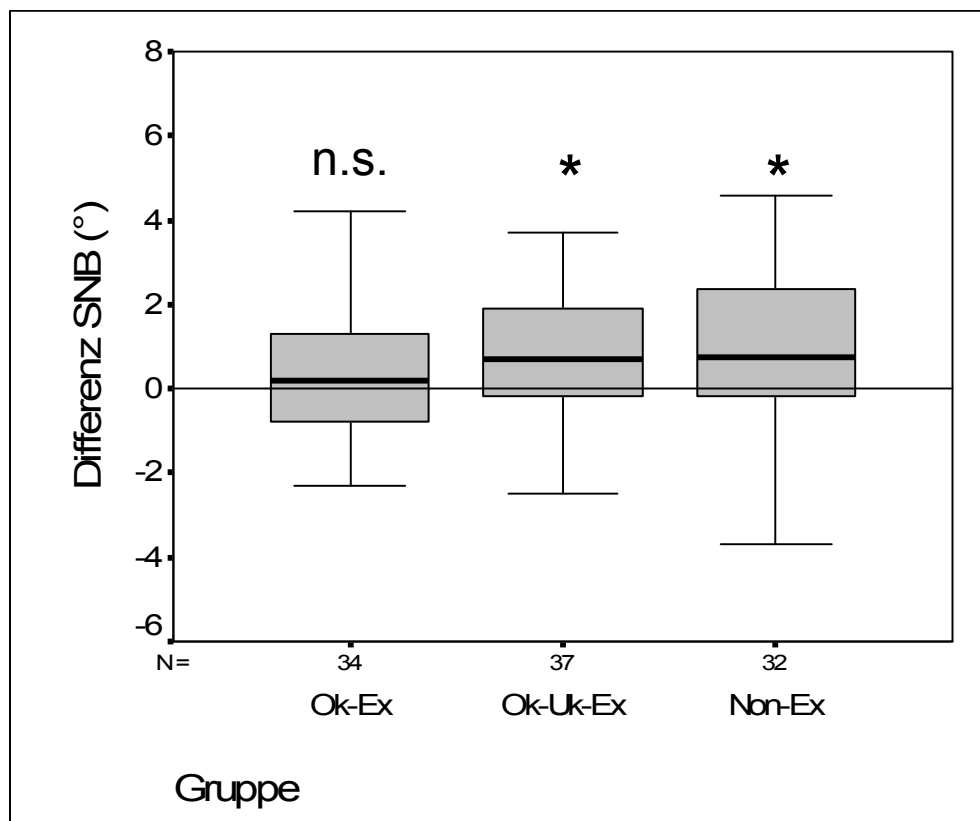


Abbildung 12: Differenzen von Winkel SNB zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; n.s.: nicht signifikant; *: signifikant)

Beim Vergleich der verschiedenen Gruppen untereinander ergaben sich bei Behandlungsbeginn keine signifikanten Unterschiede. Zu Behandlungsende ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen OK-Ex und Non-Ex (Abbildung 13, Tabelle 3).

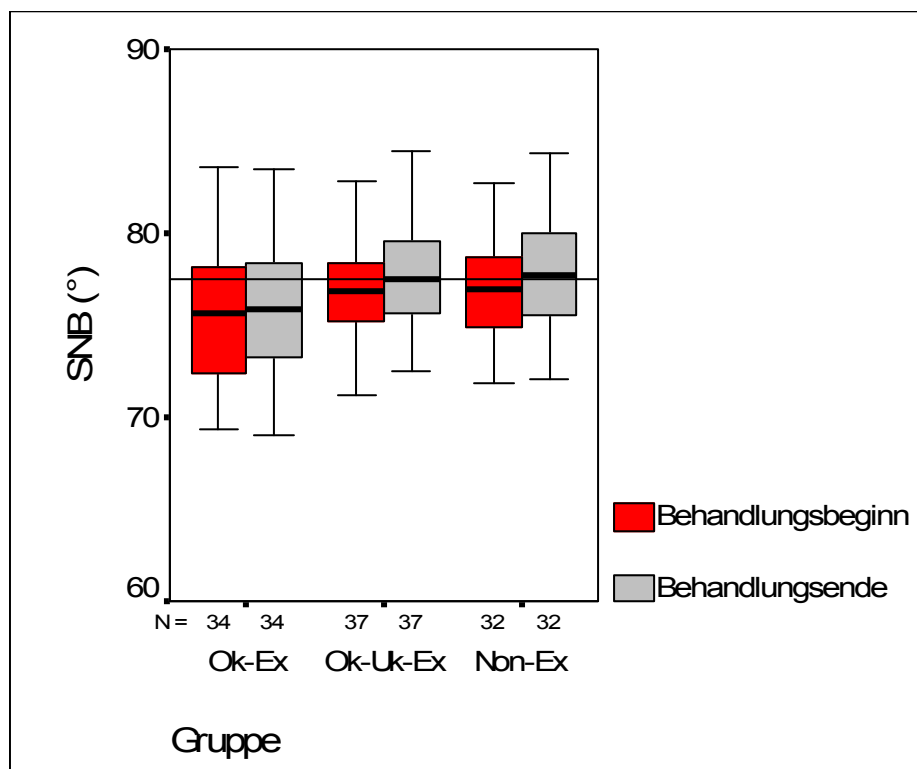


Abbildung 13: Winkel SNB der verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen)

Behandlungs-zeitpunkt	Gruppe	Gruppe	p-Wert	Signifikanz
SNB1	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,247	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,174	-
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,965	-
SNB2	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,085	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,041	*
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,921	-

Tabelle 3: Vergleiche der Mittelwerte von SNB zwischen den verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (t-Test für unabhängige Stichproben); OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; SNB1: Wert von Winkel SNB zu Behandlungsbeginn; SNB2: Wert von Winkel SNB zu Behandlungsende

SNPog-Winkel

Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende wird der SNPog-Winkel in den Gruppen OK-UK-EX und Non-EX hochsignifikant ($p < 0,01$) und in Gruppe OK-EX signifikant ($p < 0,05$) größer (Abbildung 14).

Der Richtwert von $81,2^\circ$ bei weiblichen und $81,5^\circ$ bei männlichen Patienten wurde jedoch nicht erreicht (Abbildung 15).

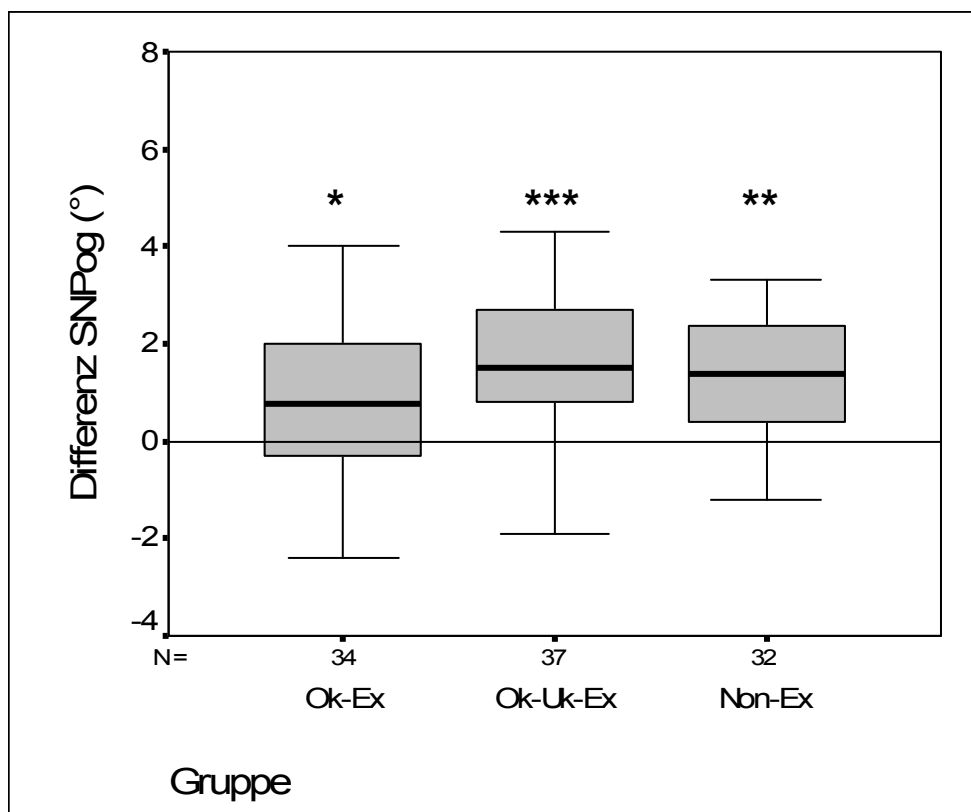


Abbildung 14: Differenzen von Winkel SNPog zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; *: signifikant, **:hochsignifikant, ***:höchst signifikant)

Zwischen den verschiedenen Gruppen ergeben sich sowohl bei Behandlungsbeginn als auch zu Behandlungsende keine signifikanten Unterschiede (Abbildung 15).

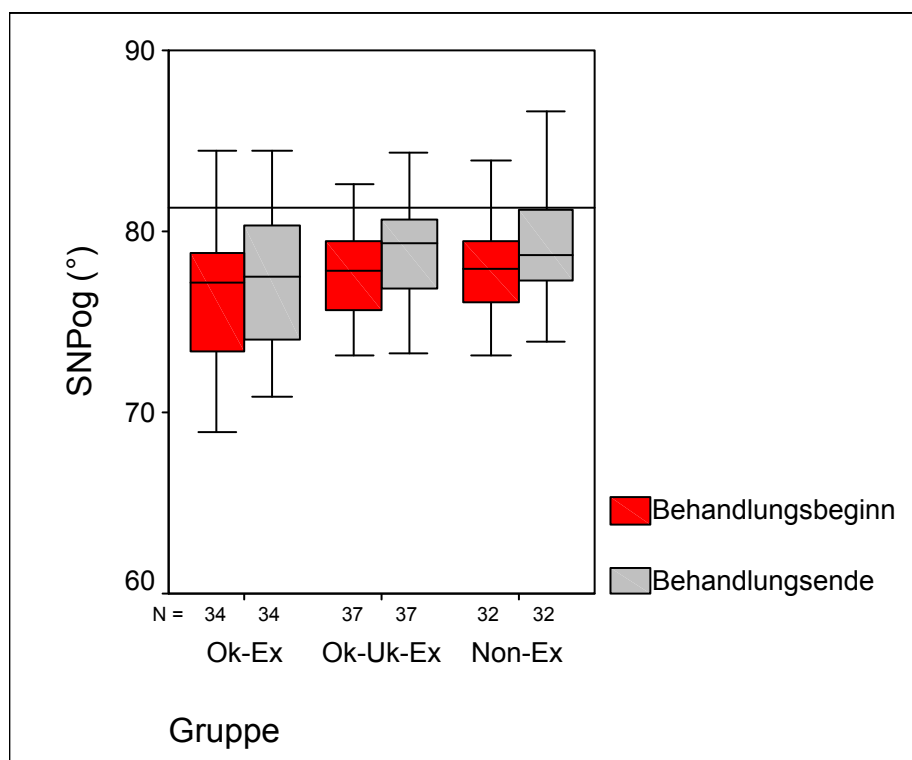


Abbildung 15: Winkel SNPog der verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; Non-Ex: Patienten ohne Prämolarenextraktionen)

Behandlungszeitpunkt	Gruppe	Gruppe	p-Wert	Signifikanz
SNPog1	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,602	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,205	-
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,705	-
SNPog2	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,104	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,055	-
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,934	-

Tabelle 4: Vergleiche der Mittelwerte von SNPog zwischen den verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (t-Test für unabhängige Stichproben); OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; SNPog1: Wert von Winkel SNPog zu Behandlungsbeginn; SNPog2: Wert von Winkel SNPog zu Behandlungsende

4.1.2 Dental

OK1-NA-Winkel

Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende wird der OK1-NA-Winkel nur in Gruppe OK-UK-Ex signifikant größer ($p < 0,05$). In den beiden anderen Gruppen gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen Behandlungsbeginn und am Ende der Behandlung (Abbildung 16).

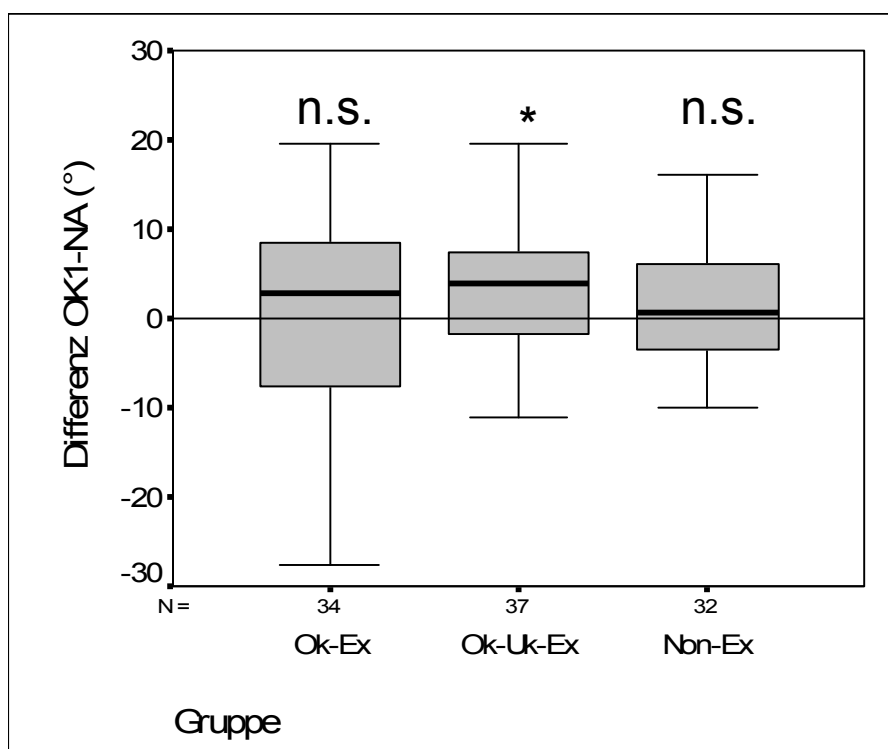


Abbildung 16: Differenzen von Ok1-NA zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; n.s.: nicht signifikant, *: signifikant)

Zwischen Gruppe OK-Ex und Non-Ex ergeben sich zu Behandlungsbeginn signifikante ($p < 0,05$) und zu Behandlungsende höchst signifikante Unterschiede ($p < 0,001$). Nach Behandlungsende bestehen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Gruppen OK-UK-Ex und OK-Ex (Tabelle 5, Abbildung 17).

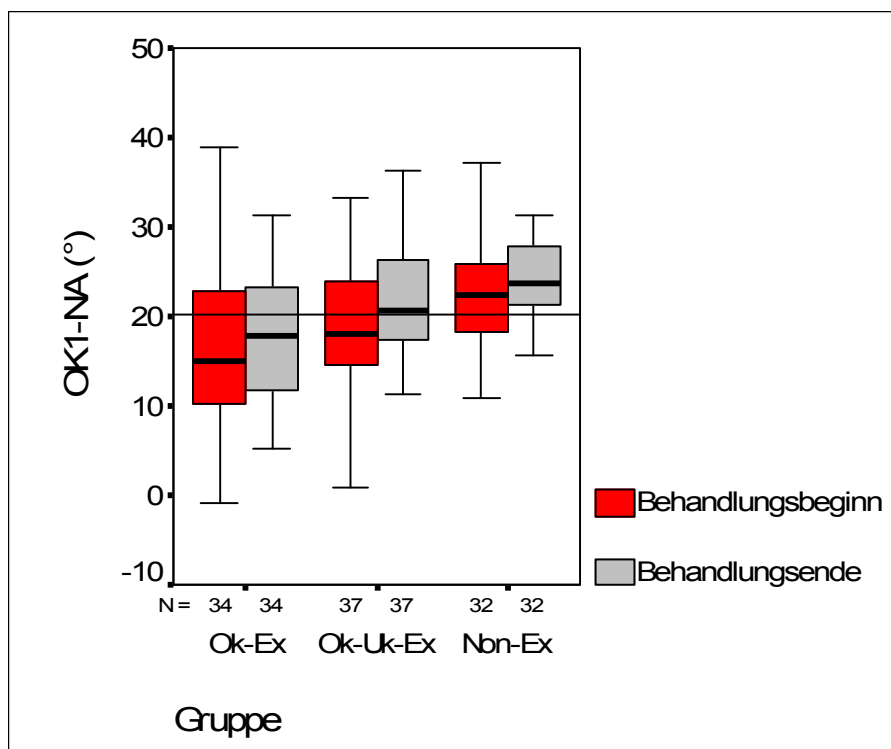


Abbildung 17: Winkel OK1-NA der verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; Non-Ex: Patienten ohne Prämolarenextraktionen)

Behandlungszeitpunkt	Gruppe	Gruppe	p-Wert	Signifikanz
OK1-NA1	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,629	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,015	*
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,123	-
OK1-NA2	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,018	*
	OK-Ex	Non-Ex	<0,001	***
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,424	-

Tabelle 5: Vergleiche der Mittelwerte von OK1-NA zwischen den verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (t-Test für unabhängige Stichproben); OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; OK1-NA1: Wert von Winkel OK1-NA zu Behandlungsbeginn; OK1-NA2: Wert von Winkel OK1-NA zu Behandlungsende

OK1-NL-Winkel

Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende ergeben sich bezüglich des OK1-NL-Winkels bei keiner Patientengruppe signifikante Unterschiede (Abbildung 18).

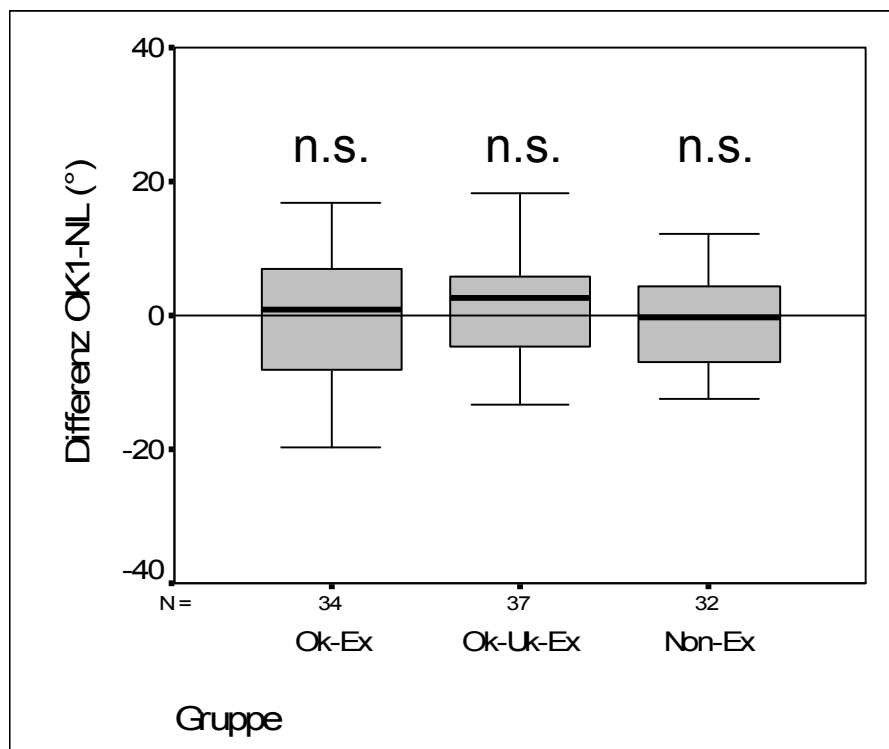


Abbildung 18: Differenzen von Ok1-NL zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; n.s.: nicht signifikant)

Beim Vergleich der Gruppen untereinander ergeben sich zwischen Gruppe OK-Ex und Non-Ex zu Behandlungsbeginn signifikante ($p < 0,05$) und zu Behandlungsende hochsignifikante Unterschiede ($p < 0,01$). Nach Behandlungsende bestehen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Gruppen OK-Ex und OK-UK-Ex (Tabelle 6, Abbildung 19).

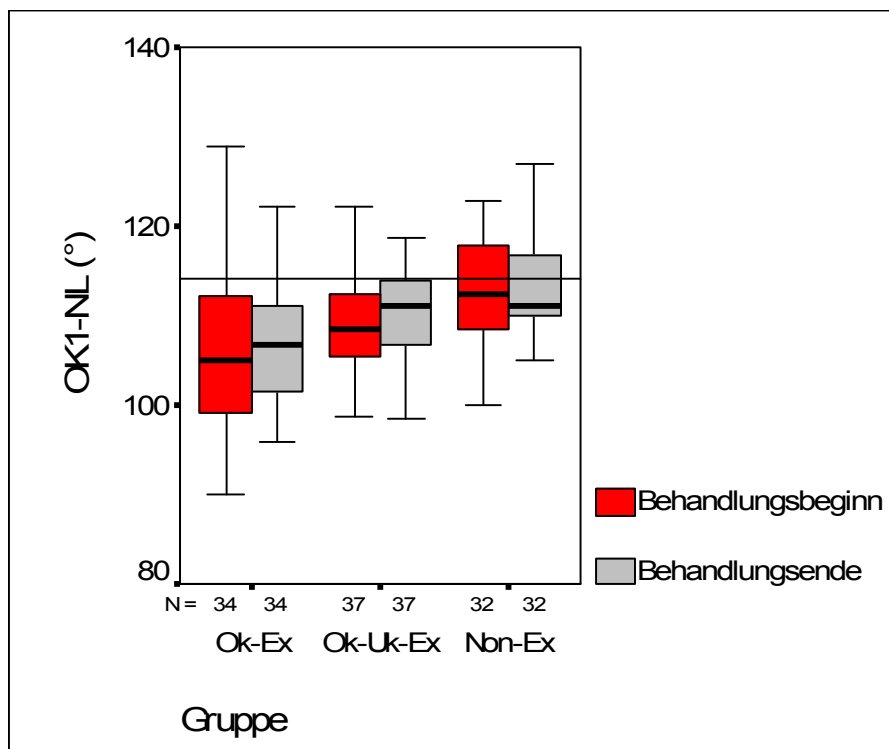


Abbildung 19: Winkel OK1-NL der verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; Non-Ex: Patienten ohne Prämolarenextraktionen)

Behandlungszeitpunkt	Gruppe	Gruppe	p-Wert	Signifikanz
OK1-NL1	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,670	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,010	*
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,077	-
OK1-NL2	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,046	*
	OK-Ex	Non-Ex	0,002	**
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,427	-

Tabelle 6: Vergleiche der Mittelwerte von OK1-NL zwischen den verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (t-Test für unabhängige Stichproben); OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; OK1-NL1: Wert von Winkel OK1-NL zu Behandlungsbeginn; OK1-NL2: Wert von Winkel OK1-NL zu Behandlungsende)

UK1-NB-Winkel

Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende wird der UK1-NB-Winkel in den Gruppen OK-Ex und Non-Ex hochsignifikant ($p < 0,01$) größer (Abbildung 20).

Bei allen Patientengruppen wurde der Richtwert von $24,2^\circ$ für weibliche und $23,4^\circ$ für männliche Patienten deutlich überschritten (Abbildung 21).

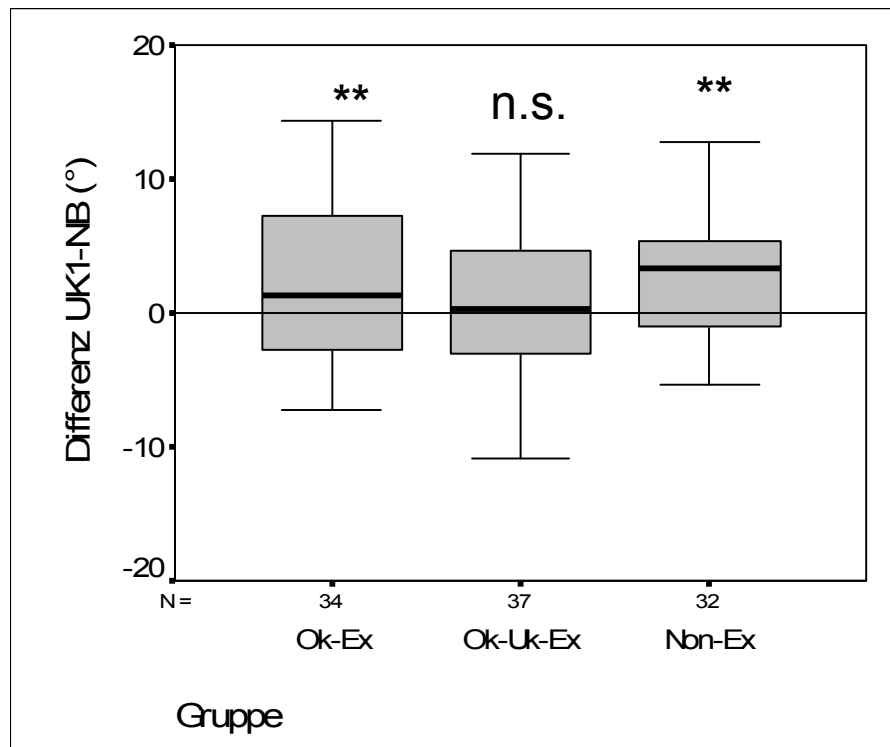


Abbildung 20: Differenzen von UK1-NB zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; n.s.: nicht signifikant, **: hoch signifikant)

Beim Vergleich der Gruppen untereinander zeigen sich zu Behandlungsende zwischen den Gruppen OK-Ex und OK-UK-Ex signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) und zwischen den Gruppen OK-UK-Ex und Non-Ex hochsignifikante Unterschiede ($p < 0,01$) (Abbildung 21, Tabelle 7).

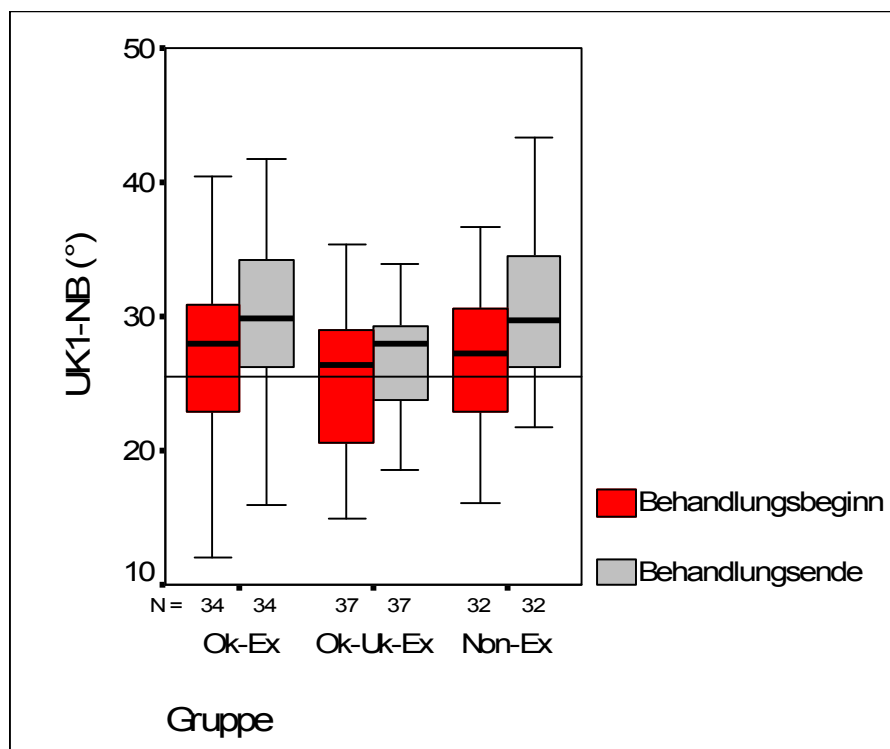


Abbildung 21: Winkel UK1-NB der verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; Non-Ex: Patienten ohne Prämolarenextraktionen)

Behandlungszeitpunkt	Gruppe	Gruppe	p-Wert	Signifikanz
UK1-NB1	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,561	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,878	-
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,291	-
UK1-NB2	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,039	*
	OK-Ex	Non-Ex	0,608	-
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,002	**

Tabelle 7: Vergleiche der Mittelwerte von OK1-NL zwischen den verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (t-Test für unabhängige Stichproben); OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; OK1-NL1: Wert von Winkel OK1-NL zu Behandlungsbeginn; OK1-NL2: Wert von Winkel OK1-NL zu Behandlungsende)

UK1-ML-Winkel

Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende wird der UK1-ML-Winkel in den Gruppen OK-Ex und OK-UK-Ex signifikant ($p < 0,05$) und in der Gruppe Non-Ex hochsignifikant ($p < 0,01$) größer (Abbildung 22).

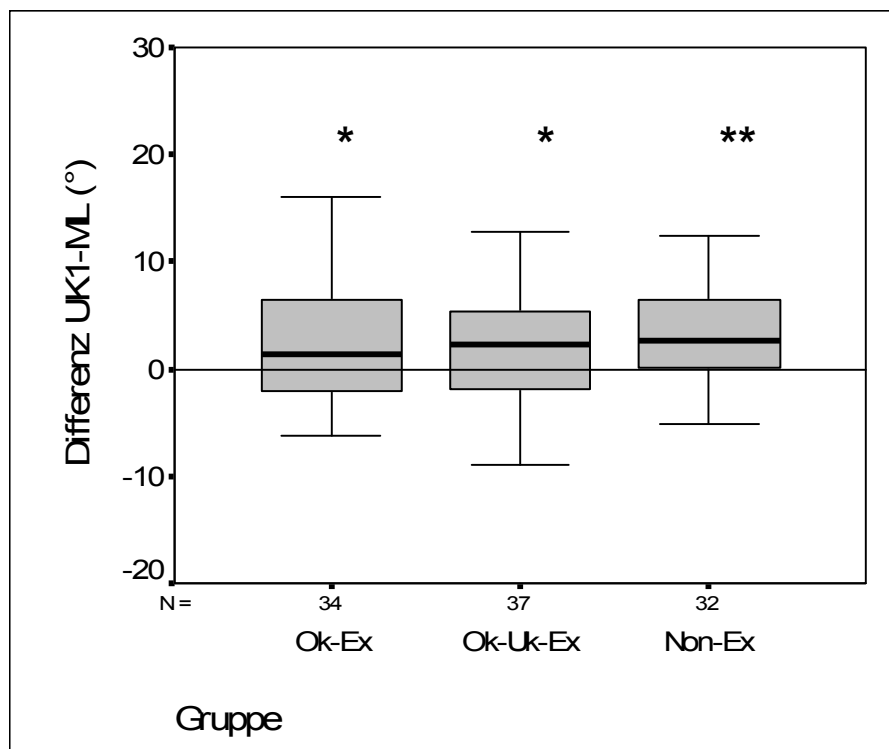


Abbildung 22: Differenzen von UK1-ML zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; *: signifikant, **: hoch signifikant)

Nach Behandlungsende bestanden signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Gruppen OK-UK-Ex und Non-Ex sowie zwischen den Gruppen OK-UK-Ex und OK-Ex (Abbildung 23, Tabelle 8).

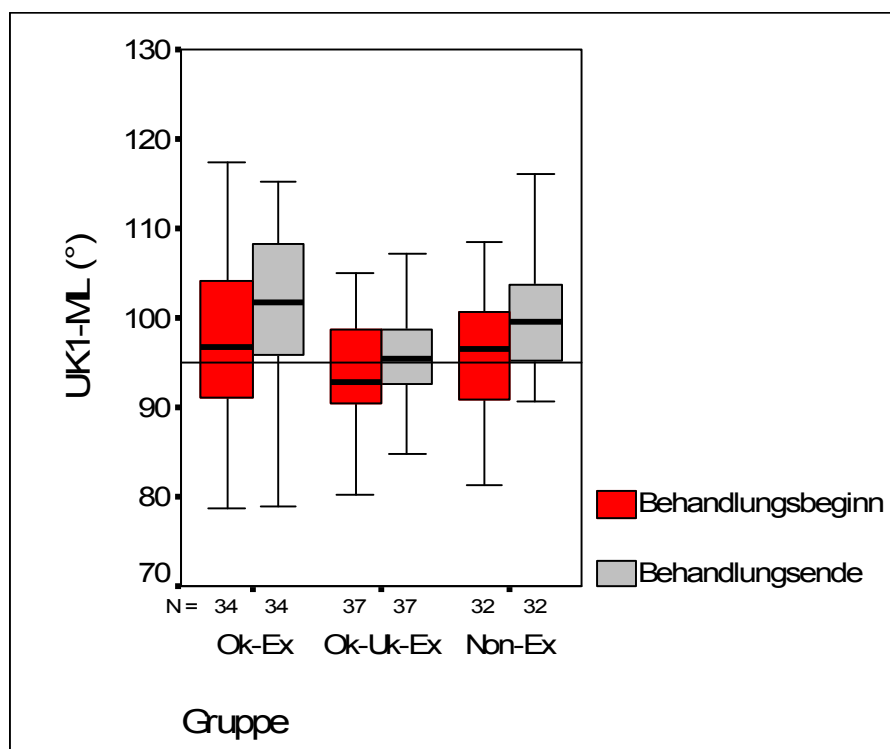


Abbildung 23: Winkel UK1-ML der verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; Non-Ex: Patienten ohne Prämolarenextraktionen)

Behandlungszeitpunkt	Gruppe	Gruppe	p-Wert	Signifikanz
UK1-ML1	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,088	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,849	-
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,276	-
UK1-ML2	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,021	*
	OK-Ex	Non-Ex	0,984	-
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,024	*

Tabelle 8: Vergleiche der Mittelwerte von OK1-NL zwischen den verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (t-Test für unabhängige Stichproben); OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; OK1-NL1: Wert von Winkel OK1-NL zu Behandlungsbeginn; OK1-NL2: Wert von Winkel OK1-NL zu Behandlungsende)

Interinzisalwinkel

Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende ergeben sich bezüglich des Interinzisalwinkels keine signifikanten Unterschiede (Abbildung 24).

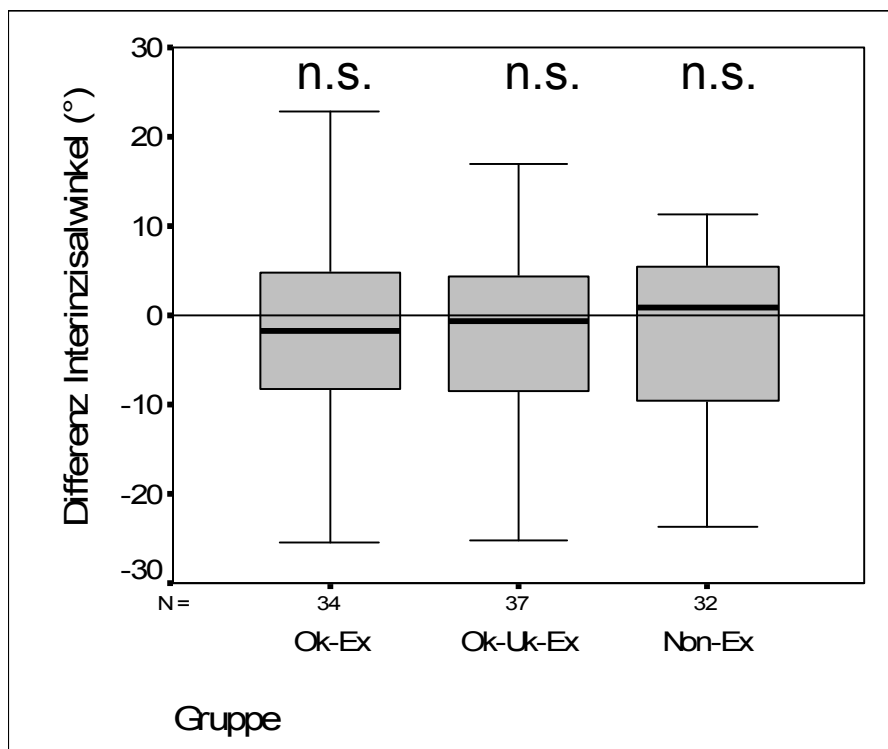


Abbildung 24: Differenzen des Interinzisalwinkels zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; n.s.: nicht signifikant)

Zu Behandlungsbeginn ergeben sich zwischen den Gruppen OK-UK-Ex und Non-Ex signifikante ($p < 0,05$) und nach Behandlungsende höchst signifikante Unterschiede ($p < 0,001$). Zwischen den Gruppen OK-Ex und Non-Ex bestehen am Ende der Behandlung hochsignifikante Unterschiede ($p < 0,01$) (Abbildung 25, Tabelle 9).

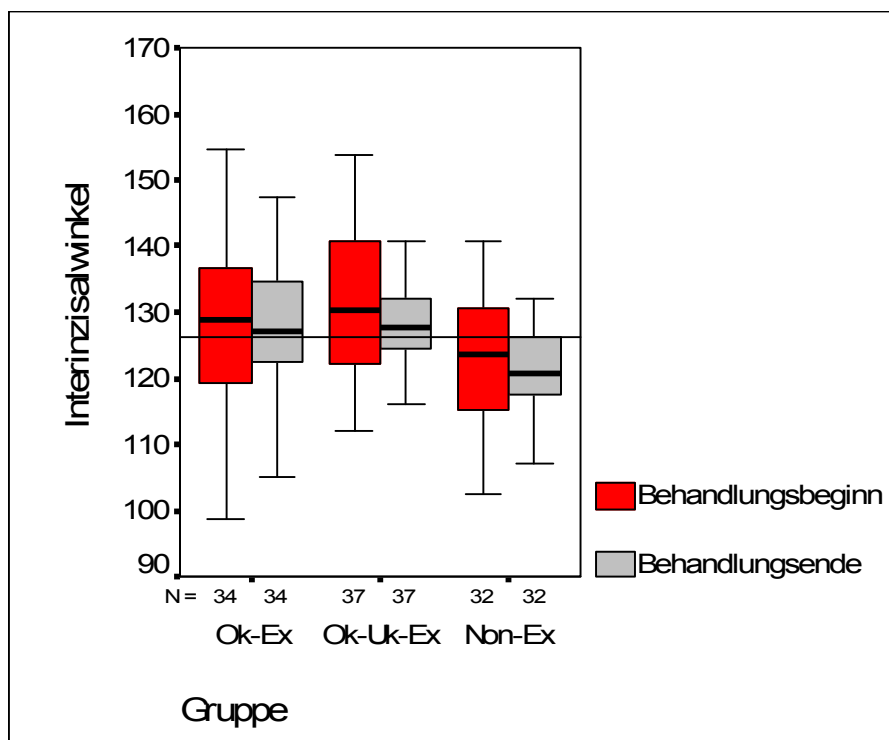


Abbildung 25: Interinzisalwinkel der verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; Non-Ex: Patienten ohne Prämolarenextraktionen)

Behandlungszeitpunkt	Gruppe	Gruppe	p-Wert	Signifikanz
Interinzisalwinkel1	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,928	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,062	-
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,022	*
Interinzisalwinkel2	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,968	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,003	**
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,001	***

Tabelle 9: Vergleiche der Mittelwerte des Interinzisalwinkels zwischen den verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (t-Test für unabhängige Stichproben); OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; Interinzisalwinkel1: Wert des Interinzisalwinkels zu Behandlungsbeginn; Interinzisalwinkel2: Wert des Interinzisalwinkels zu Behandlungsende)

4.1.3 Weichgewebe

Strecke Ls-EL

Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende wird der Abstand Ls-EL in allen Gruppen höchst signifikant größer (Abbildung 26).

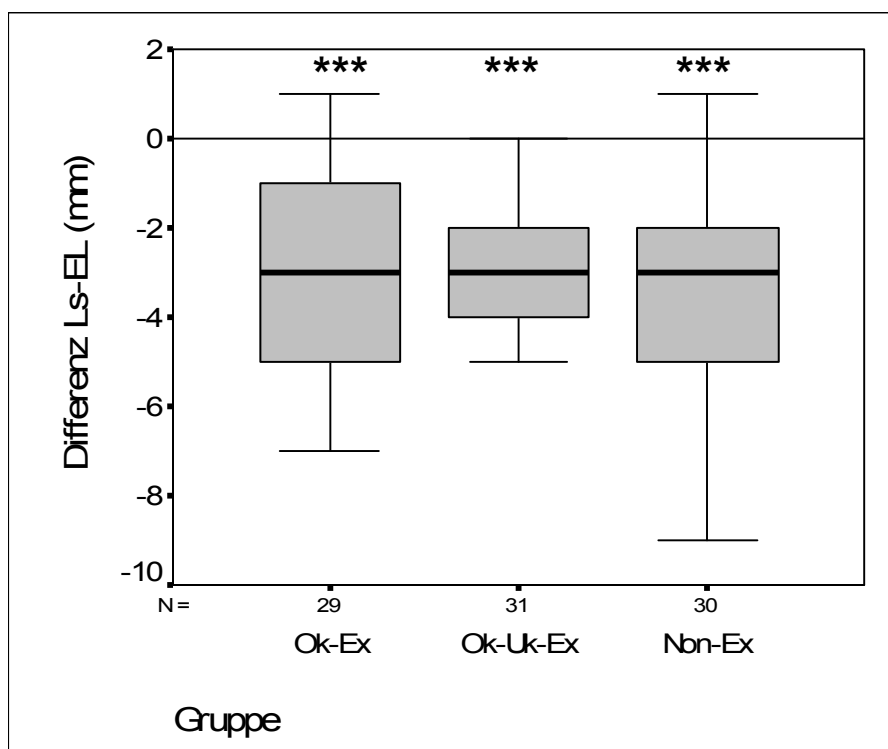


Abbildung 26: Differenzen der Strecke Ls-EL zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; ***: höchst signifikant)

Zu Behandlungsbeginn bestehen höchst signifikante Unterschiede ($p < 0,001$) zwischen den Gruppen OK-Ex und Non-Ex. Nach Behandlungsende ergeben sich zwischen den verschiedenen Gruppen keine signifikanten Unterschiede (Abbildung 27, Tabelle 10).

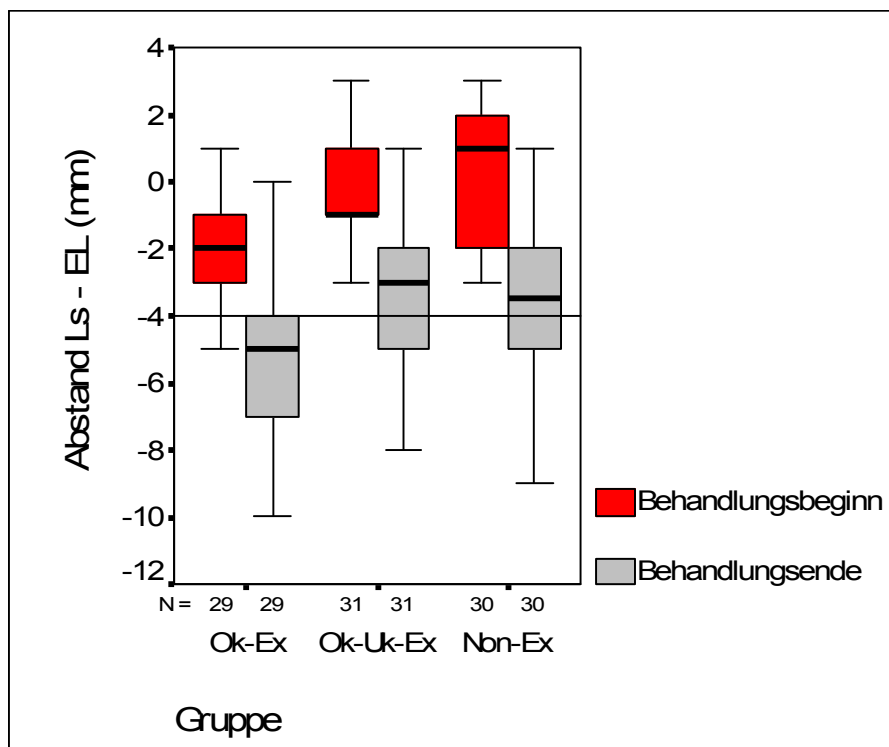


Abbildung 27: Abstand Ls-EL der verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; Non-Ex: Patienten ohne Prämolarenextraktionen)

Behandlungszeitpunkt	Gruppe	Gruppe	p-Wert	Signifikanz
Ls-EL1	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,108	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,001	***
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,190	-
Ls-EL2	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,470	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,152	-
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,731	-

Tabelle 10: Vergleiche der Mittelwerte der Strecke Ls-EL zwischen den verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (t-Test für unabhängige Stichproben); OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; Ls-EL1: Strecke Ls-EL zu Behandlungsbeginn; Ls-EL2: Strecke Ls-EL zu Behandlungsende)

Strecke Li-EL

Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende wird der Abstand Li-EL in allen Gruppen höchst signifikant ($p < 0,001$) größer (Abbildung 28).

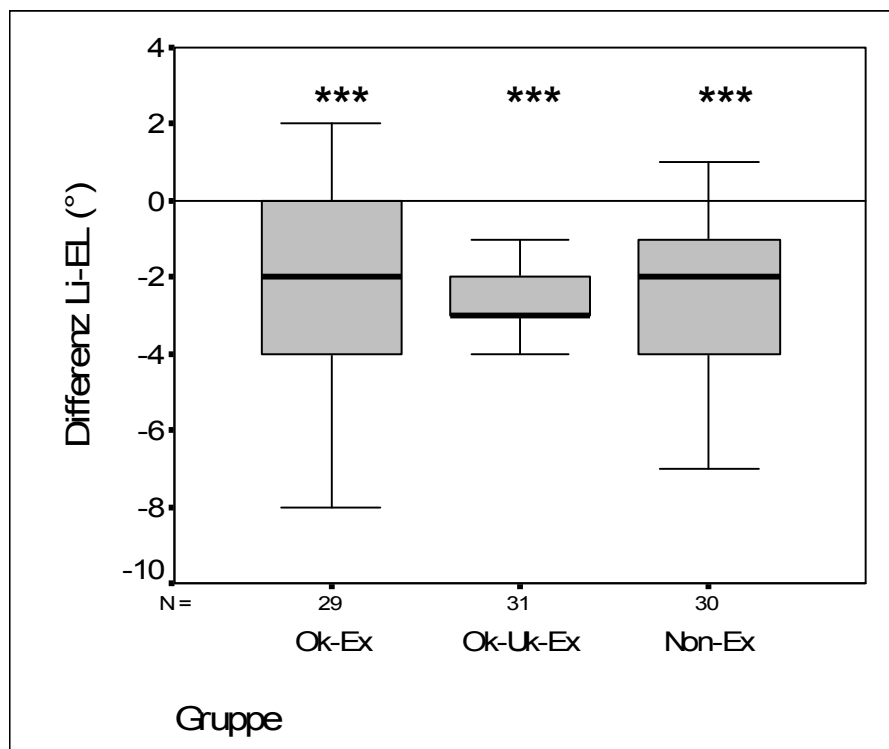


Abbildung 28: Differenzen der Strecke Li-EL zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; ***: höchst signifikant)

Zwischen den verschiedenen Gruppen ergeben sich sowohl bei Behandlungsbeginn als auch zu Behandlungsende keine signifikanten Unterschiede (Abbildung 29, Tabelle 11).

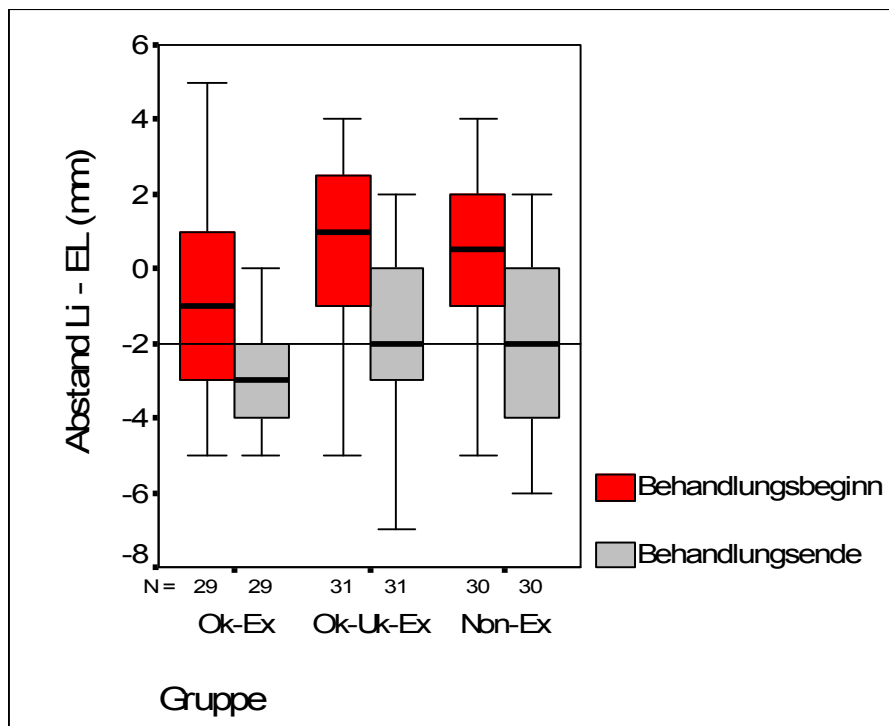


Abbildung 29: Abstand Li-EL der verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; Non-Ex: Patienten ohne Prämolarenextraktionen)

Behandlungszeitpunkt	Gruppe	Gruppe	p-Wert	Signifikanz
Li-EL1	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,091	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,091	-
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,984	-
Li-EL2	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,443	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,299	-
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,943	-

Tabelle 11: Vergleiche der Mittelwerte der Strecke Li-EL zwischen den verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (t-Test für unabhängige Stichproben); OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; Li-EL1: Strecke Li-EL zu Behandlungsbeginn; Li-EL2: Strecke Li-EL zu Behandlungsende)

Nasolabialwinkel

Zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende ergeben sich bei keiner Gruppe signifikante Unterschiede (Abbildung 30).

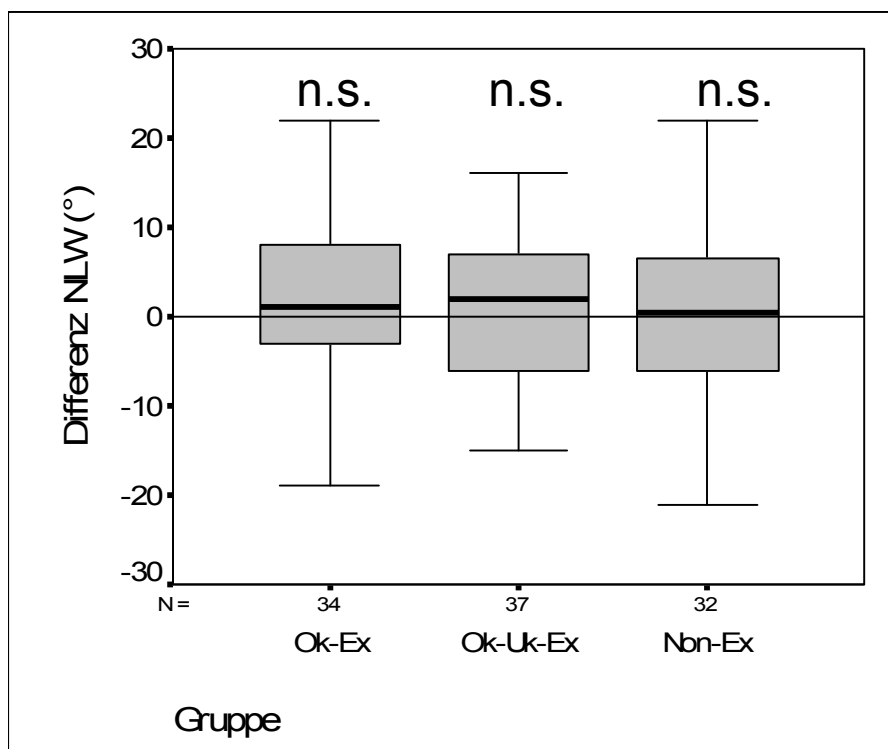


Abbildung 30: Differenzen des Nasolabialwinkels zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; n.s.: nicht signifikant)

Zwischen den verschiedenen Gruppen ergeben sich sowohl zu Behandlungsbeginn als auch zu Behandlungsende keine signifikanten Unterschiede (Abbildung 31, Tabelle 12).

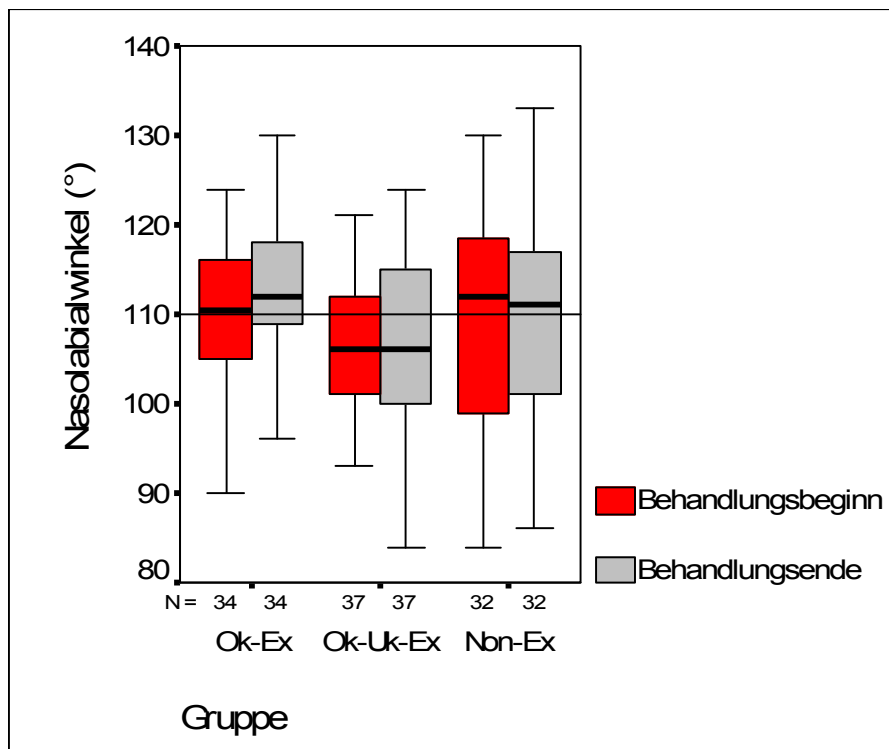


Abbildung 31: Nasolabialwinkel der verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (N: Anzahl der Patienten; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer; OK-UK-EX: Patienten mit je 2 Prämolarenextraktionen in Ober- und Unterkiefer; Non-Ex: Patienten ohne Prämolarenextraktionen)

Behandlungszeitpunkt	Gruppe	Gruppe	p-Wert	Signifikanz
Nasolabialwinkel1	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,608	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,940	-
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,410	-
Nasolabialwinkel2	OK-Ex	OK-UK-Ex	0,238	-
	OK-Ex	Non-Ex	0,824	-
	OK-UK-Ex	Non-Ex	0,582	-

Tabelle 12: Vergleiche der Mittelwerte des Nasolabialwinkels zwischen den verschiedenen Gruppen zu Behandlungsbeginn und Behandlungsende (t-Test für unabhängige Stichproben); OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; Nasolabialwinkel1: Wert des Nasolabialwinkels zu Behandlungsbeginn; Li-EL2: Wert des Nasolabialwinkels zu Behandlungsende)

5 Diskussion

5.1 Patienten

Die Patienten dieser Studie wiesen Charakteristika einer Angle Klasse II,1 wie beispielsweise eine vergrößerte sagittale Frontzahnstufe und Distalokklusion auf. Insgesamt wurden 103 Patienten, davon 50 männliche und 53 weibliche Patienten, untersucht. Bei 34 Patienten wurden 2 Prämolaren im Oberkiefer extrahiert, bei 37 Patienten wurden insgesamt 4 Prämolaren in beiden Kiefern extrahiert und bei 32 Patienten wurden keine Zähne extrahiert. Grundlegende Voraussetzung für eine vergleichende Gegenüberstellung der verschiedenen Gruppen im Bezug auf therapiebedingte Effekte ist dabei die Homogenität der Gruppen zu Behandlungsbeginn. Aus diesem Grund wurden die kephalometrischen Parameter aller Gruppen bereits zu Behandlungsbeginn auf signifikante Differenzen untersucht, wobei kein Patient zum Zeitpunkt der Anfertigung des ersten Fernröntgenseitenbildes kieferorthopädisch vorbehandelt war. Insgesamt wurde auf ein gleichmäßiges Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Patienten geachtet.

Alle Patienten waren zum Zeitpunkt der Behandlung durchschnittlich zwischen 10 und 16 Jahren alt. Nur zwei Patienten, die beide bereits zu Behandlungsbeginn das zwanzigste Lebensjahr vollendet hatten, bilden in diesem Zusammenhang eine Ausnahme. Beide Patienten stammen aus der OK-Ex-Gruppe. Dies liegt vermutlich daran, dass die Camouflage- Behandlung auch häufig als Alternative zu einer Umstellungsosteotomie angewendet wird. Die Patienten der Non-Ex-Gruppe waren zu Behandlungsbeginn durchschnittlich etwas jünger als die der Extraktionsgruppen, was die Homogenität der Gruppen hinsichtlich des Behandlungszeitpunktes jedoch nicht beeinträchtigt. Jedoch lässt sich die Vermutung äußern, dass die Extraktionsbereitschaft bei fortgeschrittenem Alter tendenziell erhöht ist.

Vergleicht man die Behandlungsdauer der verschiedenen Gruppen miteinander, so stellt man fest, dass Patienten mit Prämolarenextraktionen nur geringfügig kürzer behandelt wurden als Patienten ohne Extraktionen.

Zwischen den beiden Extraktionsgruppen gab es keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Behandlungsdauer.

In der Studie von JANSON et al. (2006) war die Behandlungszeit bei Patienten mit Camouflage-Behandlung signifikant kürzer als bei Patienten mit Prämolarenextraktionen in beiden Kiefern. Zusätzlich sei das Behandlungsergebnis bei Patienten mit Camouflage-Behandlung vorhersehbarer und weise bessere okklusale Behandlungsergebnisse auf (JANSON, 2007).

5.2 Methode

Alle Fernröntgenseitenbilder wurden von einer Person eingescannt und ausgewertet. Das Einscannen erfolgte dabei immer mit denselben Geräten und derselben Software. Zahlreiche Studien (CHEN, 2000, COUSLEY, 2003, BRUNTZ, 2006, KORKMAZ, 2007) belegen, dass bezüglich der Genauigkeit beim Auswerten keine Unterschiede zwischen konventionell ausgewerteten und digitalisiert und computergestützt ausgewerteten Röntgenbildern bestehen.

Die Auswertung erfolgte mit Hilfe des Programms Onyx Ceph®, das den durch das Röntgenverfahren bedingten geometrischen Abbildungsfehler (Vergrößerungsfaktor) mittels eines Kalibrierungsmaßstabes direkt kompensierte.

Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang auch, dass die Auswertung nur von einer Person durchgeführt wurde, da jeder Untersucher eine anatomische Struktur gedanklich geringfügig anders interpretiert, obwohl die Definition der Bezugspunkte für alle verbindlich ist (MIETHKE, 1989).

5.2.1 Messfehler

Wie die Studien von SAYINSU (2007), CHEN (2000) und BRUNTZ (2006) zeigen, ist der Messfehler bei computergestützt ausgewerteten digitalisierten Röntgenbildern gegenüber konventionell von Hand ausgewerteten Bildern nicht erhöht. Lediglich bei der Reproduktion der Messpunkte Porion, Artikulare und Orbitale kam es zu Ungenauigkeiten, was bei der Auswertung und Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden muss. Diese Messpunkte wurden im Rahmen der vorliegenden Studie nicht verwendet.

Weitere mögliche Fehlerquellen sind jedoch vor allem durch Überlagerungseffekte und Doppelkonturen bedingt, die auf der Tatsache beruhen, dass die dreidimensionalen Strukturen des Schädels auf ein zweidimensionales Röntgenbild projiziert werden.

Die in der vorliegenden Studie für jeden Parameter nach der Dahlberg-Formel [...] bestimmten Messfehler liegen im zu erwartenden Bereich. Sie betragen für lineare Messungen zwischen 0,33mm (Li-EL) und 0,41mm (Ls-EL) und für anguläre Messungen zwischen 0,51° (SNPog) und 1,16° (Interinzisalwinkel).

Generell ist zu beobachten, dass der Messfehler bei dentalen Parametern leicht erhöht ist, was laut MIETHKE (1989) darauf zurückzuführen ist, dass gerade die Apexregion schwieriger zu bestimmen ist, da sie innerhalb einer Knochenstruktur liegt und sich somit wesentlich kontrastärmer darstellt als beispielsweise die Inzisalkante des Zahnes.

5.3 Ergebnisse der kephalometrischen Analyse

5.3.1 Basal sagittal

Als Referenzstruktur für die basal sagittalen Parameter SNA, SNB und SNPog dient die vordere Schädelbasis (SN). In dieser Studie wurde allerdings nicht auf deren Morphologie beziehungsweise auf deren schädelbezügliche Lage eingegangen.

In der vorliegenden Studie verkleinerte sich der SNA-Winkel, der die sagittale Position des Oberkiefers in Relation zur anterioren Schädelbasis beschreibt, in allen drei Gruppen zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende. Das bedeutet, dass der A-Punkt im Bezug zur anterioren Schädelbasis nach der Behandlung weiter posterior liegt. Am deutlichsten waren die Unterschiede in der Non-Ex-Gruppe.

Diese Ergebnisse stimmen mit denen der Studie von BRAVO (1994) überein, der Patienten, bei denen 4 Prämolaren extrahiert wurden, mit Patienten ohne Prämolarenextraktionen verglich. Er führt die retralere Position des A-Punktes auf die deutliche Retrusion der Oberkiefer-Schneidezähne zurück, was seiner Meinung nach auch zu einer Verkleinerung des ANB-Winkels führt. Die Ergebnisse der Studie von BASCIFTCI und USUMEZ (2003), die zusätzlich sowohl Patienten mit einer Angle Klasse I als auch II untersuchten, stimmen ebenfalls mit dieser Studie überein.

Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen zeigten sich bei der Studie von DEMIR (2005) trotz einer starken Retraktion der oberen Schneidezähne keine Veränderungen des SNA-Winkels. Vergleicht man die Gruppen untereinander, so zeigen sich weder zu Behandlungsbeginn noch zu Behandlungsende signifikante Unterschiede bezüglich des SNA-Winkels. Die Position der Maxilla ist bei allen Gruppen als orthognath zu bezeichnen. Laut SEGNER und

HASUND (1998) lässt sich ein Oberkiefer als orthognath bezeichnen, wenn der SNA-Winkel zwischen 79° und 85° liegt. Sie legen einen Mittelwert von $81,9^\circ$ fest. Betrachtet man die beiden Extraktionsgruppen, so lässt sich feststellen, dass sie gegenüber der Non-Ex-Gruppe zu beiden Zeitpunkten geringfügig kleinere SNA-Werte aufweisen. Dies ist in diesem Fall jedoch nicht auf eine stärkere Protrusion der oberen Schneidezähne in den Extraktionsgruppen zurückzuführen. Laut MCNAMARA (1984) führen weiter labial gelegene Wurzeln durch die Auftreibung des Alveolarknochens zu einer anterioreren Lage des A-Punktes und somit zu einer geringfügigen Vergrößerung des SNA-Winkels. In dieser Studie waren die oberen Schneidezähne der Extraktionsgruppen weniger stark protrudiert als in der Non-Ex-Gruppe.

Der SNB-Winkel wird in den Gruppen OK-UK-Ex und Non-Ex signifikant größer. Bei der OK-Ex-Gruppe ist nur eine geringe Vergrößerung des SNB-Winkels zu erkennen. Der SNB-Winkel beschreibt die sagittale Lage des Unterkiefers in Relation zur anterioren Schädelbasis in gleicher Weise wie der SNA-Winkel für den Oberkiefer. Zu Behandlungsbeginn lässt sich erkennen, dass die Patienten aller Gruppen deutlich verkleinerte SNB-Werte in Relation zum Richtwert von $78,9^\circ$ (SEGNER/HASUND, 1998) aufweisen. Dies war jedoch zu erwarten, da in der vorliegenden Studie ausschließlich Patienten mit einer Angle Klasse II,1 untersucht wurden. Alle Patienten weisen eine Tendenz zur skelettalen mandibulären Retrognathie auf, wobei dies bei Patienten der OK-Ex-Gruppe geringfügig stärker ausgeprägt ist.

In der Studie von BASCIFTCI und USUMEZ (2003) zeigt sich ebenfalls eine signifikante Vergrößerung des SNB-Winkels in der Patientengruppe ohne Prämolarenextraktionen. In der Extraktionsgruppe (Extraktion von 4 Prämolaren) sind jedoch keine signifikanten Unterschiede festzustellen.

Beim Vergleich der Gruppen untereinander zeigen sich am Ende der Behandlung lediglich zwischen der OK-Ex- und der Non-Ex-Gruppe signifikante Unterschiede. Während sich der SNB-Winkel in der Non-Ex-Gruppe im Laufe der Behandlung deutlich vergrößert hat, ist er in der OK-Ex-Gruppe etwa auf dem gleichen Stand wie zu Behandlungsbeginn geblieben.

Die gleichen Ergebnisse liefert die Studie von DEMIR et al. (2005). Auch hier veränderte sich der SNB-Wert bei Patienten mit OK-Prämolarenextraktionen im Behandlungsverlauf nicht.

Dies deutet darauf hin, dass die Camouflage-Behandlung den Unterkiefer daran hindert, sich weiter nach anterior zu entwickeln. Durch die Extraktion von zwei Prämolaren nur im Oberkiefer entsteht zwar im Eckzahnbereich Neutralokklusion, im Molarenbereich bleibt jedoch weiterhin Distalokklusion bestehen, das heißt die Unterkieferposition ändert sich nicht, zumal sie durch die retrahierten Schneidezähne des Oberkiefers distal gehalten wird.

Die Studie von MERAL et al. (2004) stützt diese Behauptung. Auch hier wird die Meinung vertreten, dass in der OK-Extraktionsgruppe das anteriore Wachstum der Mandibula gehemmt wird. Zusätzlich deuten die Autoren an, die Extraktion von zwei Prämolaren im Oberkiefer beeinflusse die Rotationstendenz der Mandibula.

Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse von LUECKE und JOHNSTON (1992). Sie fanden heraus, dass bei 70% aller Patienten mit OK-Prämolarenextraktionen eine anteriore Verlagerung des Unterkiefers stattgefunden hat.

Der SNPog-Winkel gibt ebenfalls Auskunft über die sagittale Position der Mandibula in Relation zur anterioren Schädelgrube. Betrachtet man diesen Winkel in Relation zum SNB-Winkel, so lassen sich Aussagen über die knöcherne Kinnprominenz und die sagittale Stellung der Zähne auf dem Corpus mandibulae treffen (SEGNER, HASUND, 1998).

In der vorliegenden Studie vergrößert sich der SNPog-Winkel im Laufe der Behandlung in der OK-Ex-Gruppe signifikant, in der Non-Ex-Gruppe hoch signifikant und in der OK-UK-Gruppe höchst signifikant. Der Richtwert von 81° wird jedoch in keiner Gruppe erreicht. Dies war auch zu erwarten, da SNB- und SNPog-Winkel direkt miteinander korrelieren und ausschließlich Patienten mit einer Angle Klasse II,1 untersucht wurden.

SEGNER und HASUND geben für das orthognathe Gesicht zwischen SNB- und SNPog-Winkel eine Differenz von $1,2^\circ$ an. Vergleicht man die Durchschnittswerte von SNB und SNPog, so stellt man fest, dass die Patienten dieser Untersuchung orthognathe Relationen zwischen knöchernem Kinn und Corpus mandibulae aufweisen.

Beim Vergleich der Gruppen untereinander zeigen sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich des SNPog-Winkels.

Im Gegensatz dazu stellte BISHARA (1997) fest, dass bei Patienten mit Prämolarenextraktionen im Vergleich zu Patienten ohne Prämolarenextraktionen die Kinnprominenz und damit die Profilkonkavität im Laufe der Behandlung zunahm.

5.3.2 Dental

Die beiden Winkelmessungen OK1-NA und OK1-NL beschreiben die Inklination der mittleren oberen Schneidezähne zur Oberkiefer-Basis in anterior-posteriorer Richtung.

Gemäß den Auswahlkriterien einer Angle-Klasse II,1 zeigten die Patienten aller Untersuchungsgruppen zu Behandlungsbeginn vergrößerte Werte des OK1-NA-Winkels, wobei Patienten der Non-Ex-Gruppe die höchsten Werte aufwiesen. Patienten der OK-Ex-Gruppe hatten kaum proklinierte, teilweise auch regelrecht stehende Schneidezähne. Dies

lässt vermuten, dass das Maß der Proklination der Oberkiefer-Schneidezähne die Entscheidung zur Extraktion von Prämolaren nicht wesentlich beeinflusst. Letzteres steht im Gegensatz zu den Ergebnissen von ONG und WOODS (2001). Vielmehr hält BISHARA (1995) die Proklination von Ober- und Unterlippe für ausschlaggebend bei der Extraktionsentscheidung.

SAELENS und DE SMIT (1998) wiederum vertreten die Meinung, dass das Maß der Proklination der Lippen und andere Weichgewebeparameter nicht zur Extraktionsentscheidung herangezogen werden können.

In der OK-UK-Ex-Gruppe vergrößert sich der OK1-NA-Winkel signifikant im Laufe der Behandlung. Bei den anderen Gruppen gibt es zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende keine signifikanten Unterschiede.

In Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse von DEMIR (2005). In seiner Studie verkleinerte sich der OK1-NA-Winkel signifikant bei Patienten mit Camouflage-Behandlung.

Nach der Behandlung bestehen höchst signifikante Unterschiede zwischen der Non-Ex- und der OK-Ex-Gruppe. Patienten ohne Prämolarenextraktionen haben stärker protrudierte Oberkiefer-Schneidezähne als Patienten, bei denen zwei Prämolaren im Oberkiefer extrahiert wurden. Es muss allerdings erwähnt werden, dass Patienten der Non-Ex-Gruppe bereits von Anfang an gering signifikante Vergrößerungen des OK1-NA-Winkels aufwiesen.

Auch Patienten mit Prämolarenextraktionen in beiden Kiefern haben nach der Behandlung prokliniertere Schneidezähne als Patienten der OK-Ex-Gruppe. Im Vergleich zur Non-Ex-Gruppe zeigen sie allerdings keine signifikanten Unterschiede.

BISHARA (1995) stellt fest, dass bei Patienten mit Prämolarenextraktionen in beiden Kiefern die oberen mittleren Schneidezähne stärker retrahiert waren als bei Patienten ohne Prämolarenextraktionen.

Dabei spielt es generell keine Rolle, ob die ersten oder die zweiten Prämolaren entfernt werden. ONG (2001) kam zu dem Ergebnis, dass es nach der Extraktion der ersten Premolaren zwar tendenziell zu einer stärkeren Retraktion der Schneidezähne kommt, der Nachweis dafür aber noch immer fehle, dass die Schneidezahnstellung einer bestimmten Extraktionssequenz folge. Laut AL-NIMRI (2006) hat die Wahl der Extraktionssequenz auch keine Auswirkung auf das vertikale Wachstum des Gesichtsschädels.

Bezüglich des OK1-NL-Winkels gibt es in der vorliegenden Studie bei keiner Gruppe signifikante Unterschiede zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende.

Vergleicht man die verschiedenen Gruppen am Ende der Behandlung, so ergeben sich entsprechend den Veränderungen des OK1-NB-Winkels signifikante Veränderungen zwischen der OK-Ex- und der Non-Ex-Gruppe sowie der OK-Ex- und der OK-UK-Ex-Gruppe. Patienten mit Prämolarenextraktionen nur im Oberkiefer haben signifikant retrudiertere obere

Schneidezähne als Patienten ohne Extraktionen und gering signifikant retrudiertere obere Schneidezähne als Patienten mit Extraktionen in beiden Kiefern.

Analog zum Oberkiefer beschreiben die Winkelmessungen UK1-NB und UK1-ML die Inklination der unteren mittleren Schneidezähne in Relation zur Unterkieferbasis in anterior-posteriorer Richtung.

Im Laufe der Behandlung vergrößert sich der UK1-NB-Winkel bei Patienten der OK-Ex-Gruppe und der Non-Ex-Gruppe signifikant, wobei der Richtwert von $24,1^\circ$ (nach SEGNER/HASUND, 1998) deutlich überschritten wird. In der OK-UK-Ex-Gruppe gibt es zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende keine signifikanten Unterschiede, so dass am Ende der Behandlung Patienten der Non-Ex-Gruppe signifikant protrudiertere untere Schneidezähne als Patienten der OK-UK-Ex-Gruppe aufweisen. Patienten mit Extraktionen nur im Oberkiefer haben gering signifikant protrudiertere untere Schneidezähne als Patienten der OK-UK-Ex-Gruppe.

Diese Ergebnisse stimmen mit den Studien von BISHARA (1997), FINNÖY (1987) und PAQUETTE (1992) überein. Auch hier stellten die Autoren fest, dass Patienten nach Prämolarenextraktionen in beiden Kiefern retrudiertere untere Schneidezähne hatten als Patienten ohne Extraktionen. DEMIR (2005) fand heraus, dass Patienten nach Camouflage-Behandlung stärker protrudierte untere Schneidezähne hatten. Er konnte allerdings keine signifikante Vergrößerung des UK1-NB-Winkels feststellen.

In der Studie von AL-NIMRI (2003) hatten nur 65% der Patienten mit Extraktionen in beiden Kiefern retrudiertere untere Schneidezähne. Dabei war die Zahnstellung unabhängig von der Extraktion der ersten oder zweiten Prämolaren.

Der UK1-ML-Winkel wird im Laufe der Behandlung in den Extraktionsgruppen signifikant und in der Non-Ex-Gruppe hoch signifikant größer. Am Ende der Behandlung haben Patienten mit Extraktionen in beiden Kiefern entsprechend dem UK1-NB-Winkel signifikant retrudiertere untere Schneidezähne als Patienten der OK-Ex- oder der Non-Ex-Gruppe.

Dies war auch zu erwarten, da nur in der OK-UK-Ex-Gruppe Prämolaren im Unterkiefer extrahiert wurden, wodurch eine stärkere Retraktion der Frontzähne erreicht werden konnte. Zwischen Patienten mit Extraktionen nur im Oberkiefer und Patienten ohne Extraktionen konnten in diesem Fall keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Der Interinzisalwinkel wird ebenfalls zur Beschreibung der Schneidezahnstellung herangezogen. Da er die Schneidezähne beider Kiefer einbezieht, wird er oft zur Beurteilung des Behandlungsergebnisses im Hinblick auf Stabilität und Ästhetik verwendet. SEGNER und HASUND geben ihn im Mittel mit $132,9^\circ$ an.

In der vorliegenden Studie gibt es zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende bei keiner Gruppe signifikante Unterschiede.

Die Studien von BISHARA (1995, 1997) zeigen gegensätzliche Ergebnisse. Er beschreibt im Laufe der Behandlung eine Vergrößerung des Interinzisalwinkels bei Patienten mit Extraktionen in beiden Kiefern. Analog dazu stellt DEMIR (2005) bei Patienten mit Extraktionen im Oberkiefer signifikante Vergrößerungen des Winkels im Behandlungsverlauf fest.

Zu Behandlungsende haben Patienten der OK-Ex-Gruppe hoch signifikant vergrößerte Interinzisalwinkel und Patienten der OK-UK-Ex-Gruppe höchst signifikant vergrößerte Interinzisalwinkel gegenüber der Non-Ex-Gruppe. Das heißt, dass Patienten nach Prämolarenextraktionen steilstehendere Frontzähne aufweisen als Patienten ohne Extraktionen. Dies ist bei Patienten mit Extraktionen in beiden Kiefern stärker ausgeprägt als bei Patienten mit Extraktionen nur im Oberkiefer, was auch zu erwarten war, da Patienten der OK-UK-Ex-Gruppe steiler stehende UK-Frontzähne aufweisen.

In der Literatur sind übereinstimmende Ergebnisse zu finden. So beschreiben SAELENS (1998) und KOKADERELI (2002) ebenfalls vergrößerte Werte des Interinzisalwinkels bei den Extraktionsgruppen. BISHARA (1995, 1997) stellt beim Vergleich der Gruppen untereinander ebenso fest, dass der Interinzisalwinkel nach Extraktionstherapie stumpfer als nach Non-Ex-Therapie ist.

5.3.3 Weichgewebe

Das Weichgewebsprofil spielt neben der Schneidezahnstellung die bedeutendste Rolle in Bezug auf den ästhetischen Gesamteindruck des Gesichtes. Die proportionale Ausgeglichenheit von Nase, Mund und Kinn bestimmen Schönheit und Attraktivität eines Gesichtes wesentlich.

Die Streckenmessungen Ls-EL und Li-EL sowie der Nasolabialwinkel beurteilen das Verhältnis von Ober- und Unterlippe in Relation zu Nase und Kinn. Dabei ist es wichtig, bei der Beurteilung von therapeutischen Veränderungen des Lippenprofils auch auf wachstumsbedingte Veränderungen einzugehen. Die Patienten aller Untersuchungsgruppen waren zum Zeitpunkt der Behandlung noch nicht ausgewachsen. Die Indikation für die dargestellten Extraktionen liegt überwiegend in den hier untersuchten Altersgruppen.

BISHARA (1998) untersuchte Fernröntgenseitenaufnahmen von zwanzig männlichen und fünfzehn weiblichen Patienten im Alter von jeweils fünf, siebzehn, fünfundzwanzig und fünfundvierzig Jahren. Er kommt zu dem Ergebnis, dass die größten

Weichgewebsveränderungen zwischen dem zehnten und fünfzehnten Lebensjahr bei Mädchen und zwischen dem fünfzehnten und fünfundzwanzigsten Lebensjahr bei Jungen stattfinden. Er stellt eine kontinuierliche Profilabflachung zwischen dem fünften und dem fünfundvierzigsten Lebensjahr fest und führt die zunehmende Retrusion von Ober- und Unterlippe auf ein verstärktes Nasen- und Kinnwachstum zurück. Auch FORSBERG (1979) und STEPHENS (2005) vertreten die Meinung, die stärkste Weichgewebsveränderung bedingt durch anhaltendes Nasen- und Kinnwachstum trete zwischen dem 15. und 30. Lebensjahr auf. Zudem seien die Veränderungen bei männlichen Patienten stärker ausgeprägt als bei weiblichen Patienten.

KATSAROS (1996) schätzt den Einfluss von Kinn- und Nasenwachstum sogar größer ein als den Einfluss einer orthodontischen Behandlung.

Die wachstumsbedingten Veränderungen müssen bei der Therapieplanung und der Auswertung der Ergebnisse berücksichtigt werden.

In der vorliegenden Studie vergrößert sich der Abstand von Ober- und Unterlippe zur Esthetic-Line im Behandlungsverlauf bei allen Untersuchungsgruppen höchst signifikant, das heißt, das Lippenprofil wird im Laufe der Behandlung konkaver.

Dies stimmt mit den Studien von BRAVO (1994) und JAMES (1998) überein.

DEMIR (2005) beobachtet bei Patienten mit Camouflage-Behandlung nur eine signifikante Vergrößerung des Abstandes der Oberlippe zur Esthetic-Line. Der Abstand der Unterlippe zu dieser Linie vergrößerte sich im Behandlungsverlauf nicht signifikant.

Zu Behandlungsbeginn weisen alle Patienten deutlich über den Richtwert protrudierte Ober- und Unterlippen auf. Patienten ohne Prämolarenextraktionen zeigen dabei genauso stark protrudierte Oberlippen wie Patienten der OK-UK-Ex-Gruppe und sogar noch protrudiertere Oberlippen als Patienten der OK-Ex-Gruppe. Dies zeigt, dass das Maß der Lippenprotrusion zu Behandlungsbeginn nicht unbedingt ausschlaggebend für eine Extraktion war.

BISHARA (1995) sieht eine protrudierte Stellung der Ober- und Unterlippen als entscheidenden Faktor bei der Extraktionsentscheidung an. In der vorliegenden Studie war das Lippenprofil in den Extraktionsgruppen am Anfang der Behandlung zwar deutlich protrudiert, jedoch nicht stärker als bei Patienten, bei denen man sich gegen eine Extraktion entschied.

Vergleicht man die Stellung des Weichgewebes mit der Schneidezahnstellung, so stellt man fest, dass Patienten der OK-Ex-Gruppe zu Behandlungsbeginn zwar stark protrudierte Oberlippen, jedoch nur kaum protrudierte obere Schneidezähne aufweisen. Am Ende der Behandlung ist die Oberlippe höchst signifikant retrudiert, die Schneidezahnstellung hat sich jedoch kaum verändert. Dies kann darauf hindeuten, dass wachstumsbedingte Veränderungen von Nase und Kinn zu einer Verminderung der Gesichtskonvexität geführt

haben und die Reaktionen von Weichgewebe und Schneidezahnstellung nicht unmittelbar miteinander korrelieren. Die Studie von HERSHEY (1972) stützt diese Behauptung. Auch ASSUNCAO (1994) kommt zu dem Ergebnis, dass keine relevante Beziehung zwischen Schneidezahn- und Lippenretraktion zu finden ist. Im Gegensatz dazu geben CONLEY und JERNIGAN (2006) für das Verhältnis von Schneidezahn- zu Lippenretraktion einen Wert von 2,68 zu 1 an.

MOSELING (2004) vertritt die Meinung, dass die Form des Weichgewebes weniger von der Stellung des darunter liegenden Hartgewebes als vielmehr von der Weichgewebsmorphologie selbst abhängt. Aus diesem Grund spielt es laut MOSELING auch keine Rolle, ob im Rahmen der Extraktionstherapie die ersten oder zweiten Prämolaren entfernt werden. Zu dem Ergebnis, dass die Profilveränderung von der Extraktionssequenz unabhängig ist, kommen auch WHOLLEY und WOODS (2003).

TADIC und WOODS (2007) untersuchten Fernröntgenseitenaufnahmen von 61 Patienten mit Angle Kl. II, die mit der Extraktion von zwei Prämolaren im Oberkiefer behandelt wurden und sich noch im Wachstum befanden. Sie stellten fest, dass nach Therapie eine große Variationsbreite an unterschiedlichen Werten des Weichgewebsprofils resultierte. Ihrer Meinung nach liegt die Ursache dieser Variationsbreite in der ursprünglichen, für jeden Patienten typischen Lippenmorphologie, welche die therapiebedingten Änderungen überdeckt.

BOKAS und COLLET (2006) behaupten, dass andere von der Stellung der oberen Schneidezähne unabhängige Faktoren die Position der Oberlippe beeinflussen müssen.

Ein weiterer ausschlaggebender Parameter zur ästhetischen Beurteilung des Weichgewebsprofils ist der Nasolabialwinkel, der die Relation der Oberlippe zur Nase angibt. Sowohl Stellung und Morphologie der Oberlippe als auch Form und Neigung der Nase beeinflussen die Ausprägung des Winkels.

In der vorliegenden Studie lassen sich zwischen Behandlungsbeginn und Behandlungsende bei keiner Gruppe signifikante Unterschiede feststellen. Alle Gruppen zeigen am Ende der Behandlung zwar geringfügige Vergrößerungen des Winkels; sie weisen jedoch keine Signifikanz auf.

FINNÖY (1987) und DROBOCKY (1989) stellen eine signifikante Vergrößerung des Nasolabialwinkels in den Extraktionsgruppen fest. DROBOCKY sieht es aber auch als erwiesen an, dass die Extraktion von Prämolaren in beiden Kiefern nicht zu einem so genannten „dished in“-Profil führt.

Zu den gleichen Ergebnissen kommen BISHARA (1995, 1997) und KOKADERELI (2002), die ebenfalls eine verstärkte Retrusion der Oberlippe beziehungsweise eine Vergrößerung

des Nasolabialwinkels in der Gruppe mit Extraktionen in beiden Kiefern ermitteln. Auch sie konstatieren, dass es trotz Verminderung der Gesichtskonvexität nicht zu einer Profilverschlechterung gekommen ist. KOKADERELI beschreibt zwar einen Anstieg des Winkels in der Extraktionsgruppe, zu Behandlungsende kann er jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen Extraktions- und Nichtextraktionsgruppen feststellen. Dies stimmt mit der vorliegenden Studie überein. Seiner Meinung nach hängen Schneidezahnstellung und Weichgewebsprofil nur indirekt zusammen. Während die Retraktion der Schneidezähne bei einem Patienten zu einer deutlichen Retrusion der Lippe führt, kann die gleiche Behandlung bei einem anderen Patienten nur einen minimalen Einfluss auf die Stellung der Lippe haben. CONLEY und JERNIGAN (2006) stellen bei Patienten mit Extraktionen im Oberkiefer am Ende der Behandlung höchst signifikant vergrößerte Nasolabialwinkel fest. Doch auch sie schätzen das Nasenwachstum als ausschlaggebend ein.

ZIERHUT (2000) beobachtet sowohl bei Patienten mit Extraktionen als auch bei Patienten ohne Extraktionstherapie, die nach der Behandlung ebenfalls keine Profilunterschiede aufwiesen, ein progressives Abflachen des Profils im Laufe der Zeit, das durch Nasenwachstum und anhaltendes Unterkieferwachstum bedingt ist.

Da die Beurteilung des Weichteilprofils jedoch nicht nur durch gemessene Werte erfolgen kann, spielt auch die subjektive Beurteilung der Gesichtsästhetik eine wichtige Rolle.

Aus diesem Grund gab es in der Vergangenheit immer wieder zahlreiche Studien, die die subjektiven Beurteilungen eines Gesichtes durch erfahrene Kieferorthopäden und Zahnärzte (BOLEY, 1998, STEPHENS, 2005) sowie Laien (BISHARA, 1997) untersuchten. Alle Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass eine Unterscheidung zwischen Patienten mit und ohne Extraktionstherapie nicht möglich ist. STEPHENS beobachtete zusätzlich, dass in der Art der Beurteilung keinerlei Unterschiede zwischen Laien und Zahnärzten nachzuweisen sind. Insgesamt verzeichnet BISHARA in allen Gruppen bessere Ergebnisse am Ende der Behandlung.

Abschließend lässt sich sagen, dass jede Patientengruppe zu Behandlungsende eine Verbesserung der untersuchten Parameter in Form einer Annäherung zu Mittel- und Richtwerten erfahren hat. Dabei sind bezüglich des Weichteilprofils zwischen den verschiedenen Gruppen keine signifikanten Unterschiede festzustellen, was mit den Ergebnissen der Studien von BISHARA (1997), BOLEY (1998), SAELENS (1998), ZIERHUT (2000), BASCIFISCI (2003), KIM (2003) und STEPHENS (2005) übereinstimmt.

5.4 Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen im Bezug auf basal sagittale und dentale Parameter deutliche Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen.

Patienten mit Camouflage-Behandlung zeigen nach der Therapie signifikant kleinere Werte des SNB-Winkels als Patienten ohne Extraktionen, dass heißt, diese Patienten haben nach der Behandlung stärker retrognath liegende Unterkiefer als Patienten ohne Extraktionstherapie. Zwischen den beiden Extraktionsgruppen bestehen bezüglich basal sagittaler Parameter keine signifikanten Unterschiede.

Die oberen mittleren Schneidezähne von Patienten mit Extraktionen nur im Oberkiefer sind nach der Behandlung höchst signifikant retrudierter als bei Patienten ohne Extraktionen und signifikant retrudierter als bei Patienten mit Extraktionen im beiden Kiefern. Zwischen Patienten mit Extraktionen in beiden Kiefern und Patienten ohne Extraktionen existieren keine signifikanten Unterschiede.

Die unteren mittleren Schneidezähne sind bei Patienten mit Extraktionen in beiden Kiefern nach Therapie signifikant retrudierter als bei Patienten der anderen Gruppen. Diese weisen zu Behandlungsende deutlich über den Richtwert protrudierte untere Schneidezähne auf.

Beide Extraktionsgruppen weisen nach der Behandlung deutlich steiler stehende Schneidezähne als Patienten ohne Extraktionen auf.

Alle Patienten weisen am Ende der kieferorthopädischen Behandlung deutlich retrudierte Ober- und Unterlippen auf. Es bestehen allerdings keine signifikanten Unterschiede zwischen Patienten mit Prämolarenextraktionen nur im Oberkiefer beziehungsweise in beiden Kiefern und Patienten ohne Extraktionen.

Somit kann die Nullhypothese, das Weichteilprofil sei von einer Extraktion der Prämolaren unabhängig, bestätigt werden.

6 Literaturverzeichnis

1. AL-NIMRI KS (2003) Changes in mandibular incisor position in Class II Division 1 malocclusion treated with premolar extraction. Am J Orthod Dentofacial Orthop 124:708-13
2. AL-NIMRI KS (2006) Vertical Changes in Class II division 1 Malocclusion after Premolar Extraction. Angle Orthod 76:52-58
3. ASSUNCAO Z (1994) Incisor retraction and profile changes in adult patients. Int J Adult Orthod Orthogn Surgery 1:31-6
4. BASCIFTCI FA, USUMEZ S (2003) Effects of Extraction and Nonextraction Treatment on Class I and Class II Subjects. Angle Orthod 73:36-42
5. BATTAGEL JM (1993) A comparative assessment of cephalometric errors. Eur J Orthod 15:305-314
6. BAUME LJ (1939) Auswirkungen der Extraktion von Zähnen auf das deforme Gebiss. Schweiz Mschr Zahnheilkunde 49:295
7. BISHARA SE et al. (1995) Dentofacial and soft tissue changes in Class II, division 1 cases treated with and without extractions. Am J Orthod Dentofacial Orthop 107:28-37
8. BISHARA SE et al. (1995) The morphologic basis for the extraction decision in Class II, Division 1 malocclusion: A comparative study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 107:129-135
9. BISHARA SE et al. (1997) Treatment and posttreatment changes in patients with Class II, Division 1 malocclusion after extraction and nonextraction treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop 111:18-27

-
10. BISHARA SE, JAKOBSON JR (1997) Profile changes in patients treated with and without extractions: Assessments by lay people. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 112:639-644
 11. BISHARA SE et al. (1998) Soft tissue profile changes from 5 to 45 years of age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 114:698-706
 12. BOKAS J, COLLETT T (2006) Effect of upper premolar extractions on the position of the upper lip. *Aust Orthod J* 22:31-7
 13. BOLEY JC et al. (1998) Facial changes in extraction and nonextraction patients. *Angle Orthod* 68:539-546
 14. BRAVO LA (1994) Soft tissue facial profile changes after orthodontic treatment with four premolars extracted. *Angle Orthod* 64:31-42
 15. BREDY/REICHEL (1976) Zahnextraktionen in der Kieferorthopädie. Verlag J. A. Barth, Leipzig
 16. BROADBENT BH (1931) A new x-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod* 1:45-46
 17. BRUNTZ LQ (2006) A comparison of scanned lateral cephalograms with corresponding original radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 130:340-8
 18. CASE CS (1964) The question of extraction in orthodontia. *Am J Orthod* 50:658-691
 19. CHEN Y et al. (2000) Comparison of Landmark Identification in traditional versus computer-aided digital Cephalometry. *Angle Orthod* 70:387-392
 20. COUSLEY RRJ et al. (2003) The validity of computerized orthognathic predictions. *J Orthod* 30:149-154

-
21. CONLEY RS, JERNIGAN C (2006) Soft Tissue Changes after Upper Premolar Extraction in Class II Camouflage Therapy. *Angle Orthod* 76:59-65
 22. DAHLBERG G (1940) Statistical methods for medical and biological students. Allen and Unwin, London
 23. DAUSCH-NEUMANN D (1986) Die Extraktionstherapie im Wandel der Zeit. *Dtsch Zahnärztl Z* 41:92
 24. DEMIR A et al. (2005) Effects of camouflage treatment on dentifacial structures in Class II division 1 mandibular retrognathic patients. *Eur J Orthod* 27:524-531
 25. DIEDRICH P (2000) Kieferorthopädie I. Urban & Fischer, München
 26. DIEDRICH P (2002) Kieferorthopädie III. Urban & Fischer, München
 27. DROBOCKY OB (1989) Changes in facial profile during orthodontic treatment with extraction of four first premolars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 95:220-230
 28. FINNÖY JP (1987) Changes in soft tissue profile during and after orthodontic treatment. *Eur J Orthod* 9:68-78
 29. FORSBERG CM, ODENRICK L (1979) Changes in the relationship between the lips and the aesthetic line from eight years of age to adulthood. *Eur J Orthod* 1:165-70
 30. HARZER W (1999) Lehrbuch der Kieferorthopädie. Carl Hanser Verlag München
 31. HARMS K (1988) Extraktionstherapie und erwogene aber nicht verwirklichte Zahnentfernung- ein Erfolgsvergleich. *Fortschr Kieferorthop.* 49:192-202
 32. HERSHEY G (1972) Incisor tooth retraction and subsequent profile change in postadolescent female patients. *Am J Orthod* 43:45-53

-
33. HOFRATH H (1931) Die Bedeutung der Röntgenfern- und Abstandsaufnahme für die Diagnostik der Kieferanomalien. *Fortschr Orthod* 1:232-258
 34. HOTZ R (1947) Active supervision of the eruption of the teeth by extraction. *Trans Eur Orthodont Soc*, 34
 35. HÜSGEN W (1982) Wie verhalten sich Kinder, Eltern und Hauszahnärzte zu Extraktionsanweisungen während einer kieferorthopädischen Behandlung? *Fortschr Kieferorthop* 43, 216-223
 36. JAMES RD (1998) A comparative study of facial profile in extraction and nonextraction treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 114:265-76
 37. JANSON G et al. (2006) Occlusal and cephalometric Class II Division 1 malocclusion severity in patients treated with and without extraction of 2 maxillary premolars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 129:759-67
 38. JANSON G et al. (2007) Class II treatment efficiency in maxillary premolar extraction and nonextraction protocols. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 132:490-8
 39. KATSAROS C et al. (1996) The influence of extraction versus non-extraction orthodontic treatment on the soft tissue profile. *J Orofac Orthop* 57:354-65
 40. KIM E, GIANELLY AA (2003) Extraction vs Nonextraction: Arch Widths and Smile Esthetics. *Angle Orthod* 73:354-358
 41. KJELLGREN B (1947) Serial extraction as a corrective procedure in dental orthopedic therapy. *Trans Eur Orthodont Soc*, 134
 42. KOKADERELI I (2002) Changes in soft tissue profile after orthodontic treatment with and without extractions. *Am J Orthod Dentifacial Orthop* 122:67-72

-
43. KORKMAZ S et al. (2007) An evaluation of the errors in cephalometric measurements on scanned cephalometric images and conventional tracings. Eur J Orthod 29:105-108
 44. LUECKE PE, JOHNSTON LE (1992) The effect of maxillary first premolar extraction and incisor retraction on mandibular position: testing the central dogma of 'functional orthodontics'. Am J Orthod Dentofacial Orthop 101:4-12
 45. MCNAMARA JA (1984) A method of cephalometric evaluation. Am J Orthod 86:449-469
 46. MERAL O et al. (2004) Effects of bilateral upper first premolar extraction on the mandible. Eur J Orthod 26:223-231
 47. MIETHKE R-R (1989) Zur Lokalisationsgenauigkeit kephalometrischer Referenzpunkte. Prakt Kieferorthop 3:107-122
 48. MOSELING KP, WOODS MG (2004) Lip Curve Changes in Females with Premolar Extraction or Nonextraction Treatment. Angle Orthod 74:51-62
 49. NANDA SR, RAINS MD (1982) Soft tissue changes associated with maxillary incisor retraction. Am J Orthod 81:481-488
 50. NANDA SR et al. (1989) Growth changes in the soft tissue facial profile. Angle Orthod 60:177-90
 51. ONG HB, WOODS MG (2001) An occlusal and cephalometric Analysis of maxillary first and second Premolar extraction Effects. Angle Orthod 71: 90-102
 52. PAQUETTE DE et al. (1992) A long-term comparison of non-extraktion and premolar extraktion edgewise therapy in borderline Class II patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop 102:1-14
 53. PASLER FA (2003) Zahnärztliche Radiologie. 4.Auflage, Thieme, Stuttgart

-
54. PROFFIT WR (1994) Forty-year review of extraction frequencies at a university orthodontic clinic. Angle Orthod 64:407-414
 55. REICHENBACH E (1967) Die Extraktionstherapie in historischer Sicht Fortschr Kieferorthop 28:441-56
 56. RICKETTS R (1981) Perspectives in the Clinical Application of Cephalometrics. Angle Orthod 51:115-150
 57. RING ME (1997) Geschichte der Zahnmedizin. Könenmann Verlagsgesellschaft mbH, Köln
 58. ROOS N (1977) Soft tissue profile changes in Class II treatment. Am J Orthod 72:165-175
 59. SAELENS NA, DE SMIT AA (1998) Therapeutic changes in extraction versus non-extraction orthodontic treatment. Eur J Orthod 20:225-236
 60. SAYINSU K (2007) An evaluation of the errors in cephalometric measurements on scanned cephalometric images and conventional tracings. Eur J Orthod 29: 105-108
 61. SCHMUTH G (1994) Kieferorthopädie. 3.Aufl. Thieme Verlag , Stuttgart
 62. SCHOPF P (1994) Curriculum Kieferorthopädie. Band II, 2.Aufl. Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin
 63. SCHULZE C (1981) Lehrbuch der Kieferorthopädie Band 2. Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin
 64. SHAW WC (1981) The influence of children's dentofacial appearance on their social attractiveness as judged by peers and lay adults. Am J Orthod 79:399-415

-
65. SINGH GD et al. (2005) Changes in the soft tissue facial profile following orthodontic extractions: a geometric morphometric study. *Funct Orthod* 22:34-40
 66. SEGNER / HASUND (1998) Individualisierte Kephallometrie. 3.unveränderte Aufl. Dietmar Segner, Verlag und Vertrieb, Hamburg
 67. STEPHENS CK et al. (2005) Long-term profile changes in extraction and nonextraction patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 128:450-7
 68. STEINER CC (1960) The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontic treatment. *Am J Orthod* 46:721-735
 69. STEYN CL et al. (1997) Differential premolar extractions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 112:480-6
 70. TADIC N, WOODS MG (2007) Incisal and Soft Tissue Effects of Maxillary Premolar Extraction in Class II Treatment. *Angle Orthod* 77:808-816
 71. TRPKOVA B (1997) Cephalometric landmarks identification and reproducibility: a meta analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 112:165-70
 72. WAGNER M et al. (2000) Serienextraktion oder Prämolarenextraktion im bleibenden Gebiss? *Fortschr Kieferorthop* 61:207-16
 73. WHOLLEY CJ, WOODS MG (2003) The Effects of Commonly Prescribed Premolar Extraction on the Curvature of the Upper and Lower Lips. *Angle Orthod* 73:386-395
 74. WISTH PJ (1972) Changes of the soft tissue profile during growth. *Trans Eur Orthod Soc*, 123-132
 75. ZIERHUT EC et al. (2000) Long-term Profile Changes associated with successfully treated Extraction and Nonextraction Class II Division 1 Malocclusions. *Angle Orthod* 70:208-219

7 Anhang

Gruppe	Behandlungszeitpunkt	Mittelwert	N	SD
OK-Ex	SNA1	81,447	34	4,0283
	SNA2	80,571	34	3,8253
OK-UK-Ex	SNA1	81,619	37	3,8424
	SNA2	80,781	37	3,4416
Non-Ex	SNA1	83,419	32	3,1270
	SNA2	81,891	32	2,8592

Tabelle 13: Mittelwerte und Standardabweichung des SNA-Winkels (N: Anzahl der Patienten; SD: Standardabweichung; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; SNA1: Wert des SNA-Winkels zu Behandlungsbeginn; SNA2: Wert des SNA-Winkels zu Behandlungsende)

Gruppe	Behandlungszeitpunkt	Mittelwert	N	SD
OK-Ex	SNB1	75,585	34	3,5801
	SNB2	75,879	34	3,5241
OK-UK-Ex	SNB1	76,862	37	2,9999
	SNB2	77,584	37	2,9489
Non-Ex	SNB1	77,069	32	2,9644
	SNB2	77,897	32	3,0844

Tabelle 14: Mittelwerte und Standardabweichung des SNB-Winkels (N: Anzahl der Patienten; SD: Standardabweichung; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; SNB1: Wert des SNB-Winkels zu Behandlungsbeginn; SNB2: Wert des SNB-Winkels zu Behandlungsende)

Gruppe	Behandlungszeitpunkt	Mittelwert	N	SD
OK-Ex	SNPog1	76,624	34	3,7478
	SNPog2	77,294	34	3,7433
OK-UK-Ex	SNPog1	77,397	37	2,9302
	SNPog2	78,965	37	2,7775
Non-Ex	SNPog1	78,050	32	2,9451
	SNPog2	79,256	32	3,2426

Tabelle 15: Mittelwerte und Standardabweichung des SNPog-Winkels (N: Anzahl der Patienten; SD: Standardabweichung; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; SNPog1: Wert des SNPog-Winkels zu Behandlungsbeginn; SNPog2: Wert des SNPog-Winkels zu Behandlungsende)

Gruppe	Behandlungszeitpunkt	Mittelwert	N	SD
OK-Ex	OK1-NA1	17,162	34	10,5153
	OK1-NA2	17,953	34	7,3141
OK-UK-Ex	OK1-NA1	19,019	37	6,8564
	OK1-NA2	22,246	37	5,5419
Non-Ex	OK1-NA1	23,063	32	6,2697
	OK1-NA2	24,228	32	5,7475

Tabelle 16: Mittelwerte und Standardabweichung des OK1-NA-Winkels (N: Anzahl der Patienten; SD: Standardabweichung; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; OK1-NA1: Wert des OK1-NA-Winkels zu Behandlungsbeginn; OK1-NA2: Wert des OK1-NA-Winkels zu Behandlungsende)

Gruppe	Behandlungszeitpunkt	Mittelwert	N	SD
OK-Ex	OK1-NL1	106,268	34	9,3144
	OK1-NL2	106,726	34	7,3090
OK-UK-Ex	OK1-NL1	108,714	37	7,2421
	OK1-NL2	110,435	37	5,1685
Non-Ex	OK1-NL1	115,069	32	6,4717
	OK1-NL2	112,403	32	6,0085

Tabelle 17: Mittelwerte und Standardabweichung des OK1-NL-Winkels (N: Anzahl der Patienten; SD: Standardabweichung; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; OK1-NL1: Wert des OK1-NL-Winkels zu Behandlungsbeginn; OK1-NL2: Wert des OK1-NL-Winkels zu Behandlungsende)

Gruppe	Behandlungszeitpunkt	Mittelwert	N	SD
OK-Ex	UK1-NB1	26,582	34	6,6778
	UK1-NB2	29,368	34	6,7424
OK-UK-Ex	UK1-NB1	24,949	37	6,0847
	UK1-NB2	25,665	37	5,6689
Non-Ex	UK1-NB1	27,384	32	6,3837
	UK1-NB2	30,850	32	5,5701

Tabelle 18: Mittelwerte und Standardabweichung des UK1-NB-Winkels (N: Anzahl der Patienten; SD: Standardabweichung; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; UK1-NB1: Wert des UK1-NB-Winkels zu Behandlungsbeginn; UK1-NB2: Wert des UK1-NB-Winkels zu Behandlungsende)

Gruppe	Behandlungszeitpunkt	Mittelwert	N	SD
OK-Ex	UK1-ML1	97,524	34	8,4755
	UK1-ML2	100,297	34	6,4013
OK-UK-Ex	UK1-ML1	93,573	37	6,5489
	UK1-ML2	95,303	37	5,8792
Non-Ex	UK1-ML1	96,475	32	7,2457
	UK1-ML2	100,294	32	6,5502

Tabelle 19: Mittelwerte und Standardabweichung des UK1-ML-Winkels (N: Anzahl der Patienten; SD: Standardabweichung; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; UK1-ML1: Wert des UK1-ML-Winkels zu Behandlungsbeginn; UK1-ML2: Wert des UK1-ML-Winkels zu Behandlungsende)

Gruppe	Behandlungszeitpunkt	Mittelwert	N	SD
OK-Ex	Interinzisalwinkel1	129,965	34	7,0038
	Interinzisalwinkel2	127,991	34	6,4342
OK-UK-Ex	Interinzisalwinkel1	131,016	37	8,1866
	Interinzisalwinkel2	128,486	37	6,5585
Non-Ex	Interinzisalwinkel1	123,206	32	9,7753
	Interinzisalwinkel2	120,944	32	7,1370

Tabelle 20: Mittelwerte und Standardabweichung des Interinzisalwinkels (N: Anzahl der Patienten; SD: Standardabweichung; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; Interinzisalwinkel1: Wert des Interinzisalwinkels zu Behandlungsbeginn; Interinzisalwinkel2: Wert des Interinzisalwinkels zu Behandlungsende)

Gruppe	Behandlungszeitpunkt	Mittelwert	N	SD
OK-Ex	Ls-EL1	-2,00	29	2,252
	Ls-EL2	-5,03	29	2,598
OK-UK-Ex	Ls-EL1	-,74	31	2,556
	Ls-EL2	-3,74	31	2,633
Non-Ex	Ls-EL1	,30	30	2,020
	Ls-EL2	-3,33	30	2,440

Tabelle 21: Mittelwerte und Standardabweichung der Strecke Ls-EL (N: Anzahl der Patienten; SD: Standardabweichung; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; Ls-EL1: Abstand Ls-EL zu Behandlungsbeginn; Ls-EL2: Abstand Ls-EL zu Behandlungsende)

Gruppe	Behandlungszeitpunkt	Mittelwert	N	SD
OK-Ex	Li-EL1	-1,17	29	3,140
	Li-EL2	-3,14	29	2,232
OK-UK-Ex	Li-EL1	,39	31	2,539
	Li-EL2	-1,90	31	2,773
Non-Ex	Li-EL1	,37	30	2,498
	Li-EL2	-1,80	30	2,295

Tabelle 22: Mittelwerte und Standardabweichung der Strecke Li-EL (N: Anzahl der Patienten; SD: Standardabweichung; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; Li-EL1: Abstand Li-EL zu Behandlungsbeginn; Li-EL2: Abstand Li-EL zu Behandlungsende)

Gruppe	Behandlungszeitpunkt	Mittelwert	N	SD
OK-Ex	Nasolabialwinkel1	108,41	34	8,022
	Nasolabialwinkel2	111,41	34	9,333
OK-UK-Ex	Nasolabialwinkel1	106,11	37	7,611
	Nasolabialwinkel2	107,11	37	9,715
Non-Ex	Nasolabialwinkel1	109,25	32	9,376
	Nasolabialwinkel2	109,78	32	8,829

Tabelle 23: Mittelwerte und Standardabweichung des Nasolabialwinkels (N: Anzahl der Patienten; SD: Standardabweichung; OK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer, OK-UK-EX: Patienten mit 2 Prämolarenextraktionen im Oberkiefer und 2 im Unterkiefer; NON-EX: Patienten ohne Prämolarenextraktionen; Nasolabialwinkel1: Wert des Nasolabialwinkels zu Behandlungsbeginn; Nasolabialwinkel2: Wert des Nasolabialwinkels zu Behandlungsende)

8 Dank

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Jörg Lisson für die Überlassung des Themas, seine fachliche Beratung und seine stets freundliche und motivierende Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Frau Dr. Eva Billeb danke ich für die freundliche Betreuung während der Einarbeitung in die Thematik und beim Verfassen der Arbeit.

Bei Herrn Dr. Jochem König und Herrn Dr. Thomas Georg bedanke ich mich für die biometrische Beratung.

Schließlich danke ich auch Herrn Sven Weyrich und meinen Eltern, die mich auf meinem Berufsweg und während der Durchführung dieser Arbeit stets unterstützt haben.

9 Publikationen

Die Ergebnisse der Studie wurden im Abstractband der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie anlässlich der 78. Jahrestagung publiziert:

Berg C, Billeb E, Lisson J. Die Änderung des Weichteilprofils und der Schneidezahnstellung bei Extraktionstherapie. 78. Jahrestagung der DGKFO, Nürnberg 06.09.2006.

Lebenslauf

02. November 1981	geboren in St. Wendel Eltern: Claus Jürgen Berg, Diplom-Kaufmann Margarethe Ursula Berg, Lehrerin
1988-1992	Grundschule Niederkirchen
1992-2001	Arnold-Janssen-Gymnasium, St. Wendel
Juni 2001	Abitur
Oktober 2001- Juni 2007	Studium der Zahnmedizin an der Universität des Saarlandes
Oktober 2002	Naturwissenschaftliche Vorprüfung
April 2004	Zahnärztliche Vorprüfung
Juni 2007	Zahnärztliche Prüfung
Juli 2007	Approbation
Seit Oktober 2007	Assistenzärztin an der Klinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums Homburg

St.Wendel, den 17.02.2008